600049972.

PRESS 13.18.1
SHELF G.
Nº 3.

.399 d. 1054

Bilder-Atlas.

Ikonographische Encyklopädie der Wissenschaften und Künste.

Ein Ergänzungswerk zu jedem Conversations-Lexikon.

Zweite vollständig umgearbeitete Auflage.

Bearbeitet von

Karl Gustav von Leruck, Ferdinand Bischoff, Karl Bruhns, Moriz Carriere, Bernhard von Cotta, August Essenwein, August von Eye, Wilhelm Fränkel, Georg Gerland, Wilhelm Hamm, Ernst Hartig, Rudolf Henn, Henry Lange, Johann Müller, Bernhard Hermann Obst, Otto Pröls, Friedrich Schoedler, Joseph Scholl, Reinhard Schwamkrug, Alfred Steizner, Otto Ule, Karl Vogl, Heinrich Adolf Weiske, Theodor Weiß, Reinhold Werner, Moritz Willkomm.

Erläuternder Text.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Mathematik — Physik — Astronomie — Erdkunde — Anatomie — Zoologie — Botanik — Mineralogie — Mechanische Technik — Chemische Technik.

Leipzig:

F. A. Brockhaus.

1875.

Das Recht der Uebersetzung ist vorbehalten.

Digitized by Google

23 OCT 77

Inhalt des ersten Bandes.

	Seite
Mathematik. Von Dr. Heinrich Adolf Weiske in Leipzig. ($1\frac{1}{2}$ Bogen.) . . .	1 — 24
Physik. Von Professor Dr. Johann Müller in Freiburg i. Br. (3 Bogen.) . .	1 — 48
Astronomie. Von Professor Dr. Karl Bruhns in Leipzig. ($3\frac{3}{4}$ Bogen.)	1 — 60
Erdkunde. Von Bergrath Dr. Bernhard von Cotta in Freiberg und Professor Dr. Johann Müller in Freiburg i. Br. ($2\frac{1}{8}$ Bogen.)	1 — 34
Anatomie. Von Dr. Bernhard Hermann Obst in Leipzig. ($8\frac{1}{4}$ Bogen.) . . .	1—132
Zoologie. Von Professor Dr. Carl Vogt in Genf. ($14\frac{1}{2}$ Bogen.)	1—231
Botanik. Von Professor Dr. Moritz Willkomm in Prag. ($5\frac{1}{8}$ Bogen.)	1 — 82
Mineralogie. Von Hütteningenieur Dr. Otto Prölß in Bergisch-Gladbach. ($2\frac{1}{2}$ Bogen.)	1 — 40
Mechanische Technik. Von Professor Dr. Ernst Hartig in Dresden und Professor Dr. Theodor Weiß in Brünn. (6 Bogen.)	1 — 96
Chemische Technik. Von Director Dr. Friedrich Schoedler in Mainz. (3 Bogen.)	1 — 48

Mathematik.

Bearbeitet

von

Dr. Heinrich Adolf Weiske,
Privatdocent an der Universität zu Leipzig.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
Allgemeine geometrische Grundbegriffe	3
Planimetrie	3
I. Von den Winkeln und Parallellinien	3
II. Von den geradlinigen Figuren	4
A. Von den Dreiecken	4
B. Von den Vierecken und den Vielecken überhaupt	5
III. Von der Gleichheit der geradlinigen Figuren	5
IV. Vom Kreise	5
V. Von der Aehnlichkeit der Figuren	6
VI. Von den regulären Polygonen und der Kreismessung	7
VII. Von der Flächenberechnung geradliniger Figuren und des Kreises	7
Ebene Trigonometrie	7
Stereometrie.	
I. Von der Lage der Ebenen und Geraden im Raume	8
II. Von den körperlichen Ecken und Polyedern	8
III. Von den Prismen, Pyramiden und Körperstumpfen	8
IV. Von Cylinder, Kegel und Kugel	9
Sphärische Trigonometrie	
Analytische Geometrie	
I. Linien zweiten Grades	
II. Curven höherer Grade	
III. Transcendente Linien	
Darstellende Geometrie	
I. Parallelprojection	
Schattenconstructionen	
II. Centrale Projection	
Construction der Perspectiven der Schattengrenzen	
Geodäsie	
I. Instrumentenkunde	
II. Messen und Aufnehmen.	
1. Elementare Aufgaben	
2. Horizontale Aufnahmen	
3. Verticale Messungen	
4. Triangulation für größere Aufnahmen und Gradmessungen	
III. Darstellung der geodätischen Aufnahmen durch Zeichnung.	
A. Topographie	
B. Chorographie	

Einleitung.

Bei der Betrachtung aller Dinge lassen sich an ihnen einerseits die qualitativen, andererseits die quantitativen Beziehungen ins Auge fassen. Die Wissenschaft, welche sich mit der Erörterung dieser letztern befaßt, heißt die Mathematik, und zwar die reine, wenn sie die Quantitäten oder Größen betrachtet ohne Rücksicht auf irgendwelche vorliegenden concreten Fälle, die angewandte dagegen, wenn sie diese allgemeinen Betrachtungen anwendet auf die Ermittelung von Größenbeziehungen in der Natur oder den verschiedenen Zweigen der Praxis des Lebens.

Da aber die Größen ihrem Wesen nach in zwei Klassen getheilt werden müssen, nämlich in discrete oder Zahlengrößen und in stetige oder Raumgrößen, so zerfällt auch die Mathematik oder Größenlehre demgemäß in zwei Abtheilungen, die Arithmetik oder Zahlenlehre und die Geometrie oder Raumgrößenlehre.

Die rein arithmetischen Operationen als solche können nicht Gegenstand einer bildlichen Darstellung sein, wohl aber alles, was die Raumgrößen betrifft, also in das Gebiet der Geometrie gehört.

In der reinen Geometrie wird zunächst die Lehre von den Raumgebilden in der Ebene (Planimetrie) behandelt, und dann die von den körperlichen Raumgebilden (Stereometrie). Die Dreiecksausmessung (Trigonometrie) in der Ebene sowol als auf der Kugelfläche (sphärische Trigonometrie) wird ihrer Wichtigkeit wegen immer als eine gesonderte Disciplin betrachtet.

Werden bei Erörterung der Raumgrößenbeziehungen nur die elementar-mathematischen Operationen angewendet, so nennt man diese Lehren die elementare Geometrie, während in der sogenannten höhern oder analytischen Geometrie complicirtere Operationen benutzt werden.

Wendet man die Lehren der Geometrie dazu an, richtige Bilder von sichtbaren Objecten auf gegebenen Flächen zu erzeugen, so bildet das den Inhalt der darstellenden (descriptiven) Geometrie, und wählt man als Object der geometrisch genauen Ausmessung und Darstellung Theile oder das Ganze der Erdoberfläche, so nennt man diesen Theil der angewandten Geometrie Geodäsie (mit Einschluß des Situationszeichnens und der Mappirungskunst oder Chorographie).

Allgemeine geometrische Grundbegriffe.

Jede Aufstellung einer mathematischen also auch einer geometrischen Wahrheit, welche sich unmittelbar von selbst versteht, heißt ein Grundsatz (Axiom), jede andere Behauptung aber, deren Wahrheit erst aus andern schon bekannten und zugestandenen gefolgert wird, heißt ein Lehrsatz (Theorem.) Die Schlußfolgerung, welche nöthig ist, um die Wahrheit eines Lehrsatzes darzuthun, heißt ein Beweis. Der Beweis eines Falles wird entweder direct geführt oder es wird die Unmöglichkeit aller übrigen Fälle gezeigt, sodaß nur die Möglichkeit des behaupteten Falles übrigbleibt. Dann heißt der Beweis indirect oder apagogisch.

Was nun zunächst die räumlichen Gebilde betrifft, deren Beziehungen zueinander die Geometrie erörtert, so heißt ein allseitig begrenzter Theil des an sich nach allen Richtungen unendlichen Raums ein Körper. Ein Körper hat drei Ausdehnungen (Dimensionen): Länge, Breite und Höhe. Seine Grenzen heißen Flächen. Eine Fläche hat nur zwei Dimensionen: Länge und Breite. Der Durchschnittsort zweier Flächen heißt Linie. Sie hat nur eine Dimension: die Länge. Der Durchschnittsort zweier Linien heißt ein Punkt, und ein solcher geometrischer Punkt hat natürlich gar keine Dimensionen.

Eine Linie, in welcher je drei beliebige aufeinanderfolgende Punkte immer in derselben Richtung liegen, heißt eine gerade Linie (kurz Gerade), jede andere eine krumme. Jede gerade Linie ist an sich unbegrenzt lang. Zwischen zwei Punkten ist die Gerade der kürzeste Weg (Grundsatz). Zwei Gerade können nur in einem Punkte sich schneiden (Grundsatz). Eine Fläche, mit welcher nach jeder Richtung eine Gerade vollständig zusammenfällt, heißt eine Ebene; jede andere Fläche ist krumm.

Planimetrie.

Die Elemente, aus denen die Gebilde der elementaren Planimetrie zusammengesetzt oder durch die sie begrenzt werden, sind die Gerade und der Kreis. Der Kreis (Taf. 1, Fig. 2) entsteht, wenn eine begrenzte Gerade AB sich um einen ihrer Endpunkte A dreht. Dann beschreibt B einen Kreis (Umfang, Peripherie), dessen Mittelpunkt (Centrum) A, dessen Halbmesser (Radius) AB ist.

I. Von den Winkeln und Parallellinien.

Zwei Linien AB und AC (Taf. 1, Fig. 1), welche sich in einem Punkte A durchschneiden, bilden einen Winkel (∠). A ist der Scheitel, AB und AC sind die Schenkel des Winkels. Man schreibt ihn: ∠ BAC oder ∠ CAB (der Scheitelbuchstabe, hier A, steht in der Mitte). Ein Winkel kann auch entstanden gedacht werden durch Drehung einer Geraden AB (Fig. 2) in eine andere Lage AF. Für gleiche Winkel BAF und FAG müssen auch die Drehungsbogen BF und FG gleich sein, und es ist daher der Bogen ein Maß des Winkels. Man theilt zu diesem Zweck den ganzen Umkreis in 360 Theile, Grade (°), jeden Grad in 60 Minuten (′), jede Minute in 60 Secunden (″). Ein Winkel, dessen Bogen gleich einem Halbkreise ist und dessen Schenkel AB und AC in einer geraden Linie liegen, heißt ein flacher oder gestreckter und hat 180°. Die Hälfte eines flachen Winkels heißt ein Rechter (= 90° = R). — Zwei Linien, wie BC und DE, welche sich unter rechten Winkeln schneiden, stehen aufeinander senkrecht oder die eine ist ein Loth (Perpendikel) auf der andern. Ein Winkel zwischen 0° und 90° wie BAG heißt ein spitzer, ein Winkel zwischen 90° und 180° wie CAG heißt ein stumpfer; beide Arten heißen concave Winkel.

Ein Winkel größer als 180° heißt ein convexer. Von zwei Winkeln, die sich zu 180° ergänzen, wie BAF und FAC, heißt der eine das Supplement, der andere von zweien, die sich zu 90° ergänzen, wie FAB und FAD, heißt der eine das Complement des andern. Zwei Winkel wie BAC und DAC (Fig. 3), die einen Schenkel CA und den Scheitel A gemeinsam haben und deren andere Schenkel BA und DA entgegengesetzt in derselben Geraden liegen, heißen Nebenwinkel. Nebenwinkel betragen stets zwei Rechte (Lehrsatz). Zwei Winkel wie a und b oder c und d (Fig. 4), bei welchen die Schenkel des einen die Verlängerung der Schenkel des andern sind, nennt man Scheitelwinkel. Scheitelwinkel sind gleich, z. B. a = c und b = d (Lehrsatz). Werden zwei, wenn auch beliebig verlängert, doch nicht sich schneidende und dann parallel genannte Gerade durch eine dritte geschnitten (Fig. 5), so entstehen acht Winkel a, b, c, d und f, g, h, i, die sich paarweise in folgende drei Gruppen bringen lassen: 1) Gegenwinkel, ein innerer und ein äußerer an derselben Seite der schneidenden Linie (b und g, d und i, a und f, c und h); 2) Wechselwinkel, zwei innere oder zwei äußere an entgegengesetzten Seiten der schneidenden Linie (a und h, b und i, c und f, d und g); 3) Ergänzungswinkel, zwei innere oder zwei äußere an derselben Seite der schneidenden Linie (a und i, b und h, c und g, d und f). Ueber die Beziehungen dieser Winkel zueinander gelten folgende Lehrsätze: Werden Parallelen durch eine Gerade geschnitten, so sind die Gegenwinkel gleich (a = f, b = g, c = h, d = i), die Wechselwinkel gleich (a = h, u. s. w.) und die Ergänzungswinkel ergänzen sich zu zwei Rechten (a + i = 180°, u. s. w.). Umgekehrt: Gelten beim Schnitte zweier Geraden durch eine dritte obige Winkelbeziehungen, so sind die geschnittenen Geraden parallel.

II. Von den geradlinigen Figuren.

Jeder umgrenzte Theil der Ebene heißt Figur. Sind die Grenzen derselben gerade Linien, heißt sie Vieleck oder Polygon. Man unterscheidet daran die Seiten, Ecken und Winkel. Die Nebenwinkel der letztern heißen Außenwinkel, Verbindungslinien nicht aufeinanderfolgender Ecken Diagonalen. Nach der Anzahl der Ecken hat man Drei-, Vier-, Fünfecke u. s. w. Zwei Figuren, die sich so aufeinanderlegen lassen, daß ihre Grenzen sich völlig decken, heißen congruent (≅). Ihre gleichliegenden Seiten und Winkel sind dann gleich.

A. Von den Dreiecken.

Man unterscheidet nach den Seiten ungleichseitige Dreiecke (Taf. 1, Fig. 6) mit drei ungleichen, gleichschenkelige (Fig. 7 und 8) mit zwei gleichen und gleichseitige (Fig. 9) mit drei gleichen Seiten. Bei den gleichschenkeligen heißt die dritte ungleiche Seite Grundlinie (Basis). Nach den Winkeln heißt ein Dreieck spitzwinkelig (Fig. 6), rechtwinkelig (Fig. 21) oder stumpfwinkelig (Fig. 8), je nachdem es drei spitze, oder einen rechten und zwei spitze, oder einen stumpfen und zwei spitze Winkel hat; im rechtwinkeligen heißt die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite Hypotenuse, die ihn einschließenden Katheten. Die wichtigsten Lehrsätze über allgemeine Dreiecksbeziehungen sind: In jedem Dreieck ist die Summe zweier Seiten größer als die dritte und die Differenz zweier Seiten kleiner als die dritte (Fig. 10: AC + BC > AB und AC − BC < AB). Die Summe der drei Winkel eines Dreiecks beträgt zwei Rechte (Fig. 10: ∠ a + b + c = 180°, denn a = m, b = n und m + c + n = 180°). Ein Außenwinkel eines Dreiecks ist gleich der Summe der beiden innern gegenüberstehenden (Fig. 10: ∠ d = a + c).

Für die Bedingungen der Congruenz zweier Dreiecke gibt es folgende vier Lehrsätze: Zwei Dreiecke (z. B. △ ABC und △ DEF, Fig. 11) sind congruent, wenn sie übereinstimmen 1) in zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel, 2) in einer Seite und den beiden anliegenden oder einem anliegenden und dem gegenüberliegenden Winkel, 3) in allen drei Seiten und 4) in zwei Seiten und dem der größern Seite gegenüberliegenden Winkel. Diese letztere Winkelbedingung ist nöthig, denn der der kleinern Seite gegenüberliegende genügt nicht. So z. B. stimmt in Fig. 12 △ ABC sowol mit △ DFG als auch mit △ DEG in zwei Seiten und dem der kleinern Seite gegenüberliegenden Winkel überein, denn AC = DG, BC = FG = EG und ∠ A = ∠ D, aber es ist △ ABC nur mit DFG, nicht mit DEG congruent.

Einige andere wichtige Sätze über Dreiecke sind folgende: Der größern von zwei Seiten eines Dreiecks liegt auch ein größerer Winkel und dem größern von zwei Winkeln eine größere Seite gegenüber (wenn in Fig. 10 AC > BC, so ist auch ∠ b > ∠ a). Ferner: Sind zwei Seiten eines Dreiecks gleich zwei Seiten eines andern, die eingeschlossenen Winkel aber in beiden ungleich, so sind es auch die dritten Seiten, und zwar liegt dem kleinern Winkel die kleinere Seite gegenüber (z. B. Fig. 13: wenn AC = DG und BC = EG, aber ∠ G < ∠ C, so ist auch DE < AB). Fundamentalsätze für das gleichschenkelige Dreieck sind: Die Winkel an der Basis sind gleich, und ein Dreieck mit zwei gleichen Winkeln ist gleichschenkelig (z. B. Fig. 15 ist AC = BC, so ist auch ∠ A = ∠ B und umgekehrt). Die Halbirungslinie des Winkels an der Spitze des gleichschenkeligen Dreiecks halbirt die Grundlinie und steht auf ihr senkrecht. (Wenn in Fig. 14 CM den Winkel C halbirt, so AM = BM und CM senkrecht (⊥) auf AB.) Hieraus folgt auch, daß ein in der Mitte der Basis errichtetes Loth durch die Spitze des Dreiecks geht. Ferner: Liegen zwei gleichschenkelige Dreiecke auf derselben Grundlinie und werden ihre Spitzen durch eine Gerade verbunden, so halbirt diese den Winkel an den Spitzen und die Grundlinie und steht auf letzterer senkrecht. (Sind in Fig. 14 AB die gemeinschaftliche Basis, C und D die Spitzen, so halbirt CD die Winkel C und D und steht in der Mitte M von AB auf AB senkrecht.)

Auf diese Sätze sowie auf einige frühere gründen sich unmittelbar eine Reihe wichtiger, elementargeometrischer Constructionen, z. B. das Halbiren von Linien und Winkeln, sowie das Errichten und Fällen von Lothen und das Ziehen von Parallelen. Man halbirt z. B. eine Linie AB (Fig. 15), wenn man von A und B aus mit gleicher Zirkelöffnung die Durchschnitte C und D bildet, an beide das Lineal legt und dessen Durchschnitt mit AB in M bemerkt (vgl. Fig. 14). Man errichtet auf einem Punkt A (Fig. 16) einer Linie ein Loth, wenn man von A aus auf der Linie gleiche Stücke AB und AC abschneidet, von B und C aus mit gleicher Zirkelöffnung den Durchschnitt D bildet, dann ist AD das gesuchte Loth. Man fällt von einem Punkte C (Fig. 17) außerhalb einer Geraden ein Loth auf dieselbe, wenn man mit passender Zirkelöffnung die Gerade zweimal von C aus in A und B durchschneidet und von diesen Punkten aus mit gleicher Oeffnung den Durchschnitt D bildet. Dann ist die Richtung CD senkrecht auf AB. Man halbirt einen Winkel BAC (Fig. 18), wenn man vom Scheitel aus gleiche Stücken AB und AC auf den Schenkeln abschneidet und von B und C

mit gleicher Oeffnung den Durchschnitt D bildet. Dann ist AD die Halbirungslinie. Geometrisch genau in drei gleiche Theile kann man nur den rechten Winkel theilen (Fig. 19: ∠ BAC = R), wenn man mit dem Radius AB von B und C aus auf dem Bogen in D und E durchschneidet; dann ist ∠ BAE = DAE = EAC = 30°. Eine Parallele durch irgendeinen Punkt A (Fig. 20) zieht man zu irgendeiner Linie BC, wenn man mit passender Zirkelöffnung AB die Linie in B durchschneidet, auch BC = AB macht und von C und A aus mit eben derselben Oeffnung den Durchschnitt D bildet; dann muß AD die verlangte Parallele zu BC sein, denn die Wechselwinkel x und y sind gleich wegen der Gleichschenkeligkeit der Dreiecke.

B. Von den Vierecken und den Vielecken überhaupt.

Sind die gegenüberstehenden Seiten eines Vierecks parallel, so heißt es ein Parallelogramm (Fig. 22, 23, 24 und 25). Zieht man im Parallelogramm eine Diagonale, so läßt sich leicht aus der Congruenz der beiden entstandenen Dreiecke der Satz beweisen: In einem Parallelogramm sind die gegenüberstehenden Seiten und Winkel einander gleich. Was die Eintheilung des Parallelogramms betrifft, so heißt ein schiefwinkeliges Parallelogramm mit zwei ungleichen Seitenpaaren Rhomboid (Fig. 22), ein schiefwinkeliges mit gleichen Seiten Rhombus (Fig. 23), ein rechtwinkeliges mit ungleichen Seiten Rechteck oder Oblongum (Fig. 24), und ein rechtwinkeliges mit gleichen Seiten Quadrat (Fig. 25). Von den Diagonalen der Parallelogramme gelten folgende Lehrsätze: Die beiden Diagonalen eines Parallelogramms halbiren sich gegenseitig (Fig. 22). Im Oblongum und Quadrat sind die Diagonalen einander gleich (Fig. 24 und 25). Im Rhombus und Quadrat stehen die Diagonalen aufeinander senkrecht und halbiren die Winkel, deren Scheitel sie verbinden (Fig. 23 und 25).

Vierecke mit nicht parallelen Seiten heißen Trapeze (FBCD, Fig. 33) und solche mit nur einem Paare parallelen Seiten Paralleltrapeze (Fig. 26). Von diesen letztern gilt folgender Satz: Die Linie, welche die Halbirungspunkte der nicht parallelen Seiten eines Paralleltrapezes verbindet, ist zu den beiden andern Seiten parallel und ihre Länge ist gleich der halben Summe der letztern.

Aehnlich wie für das Dreieck läßt sich auch für jedes andere Polygon ein Lehrsatz über die Winkelsumme aufstellen; es ist nämlich die Summe der Winkel eines Polygons von n Seiten gleich 2 n — 4 Rechten. Also z. B. im Sechseck ABCDEF (Fig. 27) gleich 2 × 6 — 4 = 8 Rechten, da dies von einem beliebigen Punkte M aus in 6 Dreiecke zerfällt werden kann, welche 6 × 2 Rechte haben, von denen die 4 Rechten, welche um den Punkt m liegen, abgezogen werden müssen.

III. Von der Gleichheit der geradlinigen Figuren.

Nennt man irgendeine Seite eines Parallelogramms oder Dreiecks seine Grundlinie, so heißt das von der Gegenseite oder beim Dreiecke von der Spitze auf die Grundlinie gefällte Loth die Höhe. Mit diesen Ausdrücken läßt sich folgender wichtige Satz formuliren: Parallelogramme von gleicher Grundlinie und Höhe haben gleichen Flächeninhalt (z. B. in Fig. 28: ABCD = ABEF). Da jedes Dreieck als die Hälfte eines Parallelogramms aufgefaßt werden kann, so gilt obiger Satz auch von Dreiecken (z. B. in Fig. 29: △ ABC = ABD = ABE = ABF). Zieht man durch einen Punkt M (Fig. 30) einer Diagonale AD eines Parallelogramms ABDC Parallelen EF und HG zu den Seiten, so heißen die kleinen Parallelogramme EMHC und GBFM, durch welche die Diagonale nicht geht, Ergänzungsparallelogramme, und von solchen gilt der Satz: Ergänzungsparallelogramme haben gleichen Flächeninhalt.

Ein anderer sehr wichtiger Satz über Flächengleichheit ist der sogenannte Pythagoräische. Er lautet: Das Quadrat über der Hypotenuse eines rechtwinkeligen Dreiecks ist gleich der Summe der Quadrate über den beiden Katheten. Also z. B. in Fig. 31: Das Quadrat AE über der Hypotenuse AB gleich der Summe der Quadrate CG und CH über den Katheten BC und AC; denn es läßt sich leicht, wenn man sich Hülfslinien CE und AG gezogen denkt, vermittels der dann entstehenden Dreiecke zeigen, daß das Rechteck LE gleich dem Quadrat CG ist, und in ganz analoger Weise, daß das Rechteck LD gleich dem Quadrat CH. Die beiden Rechtecke LE und LD bilden aber eben das Hypotenusenquadrat.

Fällt man in irgendeinem Dreiecke, z. B. ABC (Fig. 31) von einer Ecke C ein Loth CL auf die Gegenseite AB, so nennt man die Abschnitte AL und BL die Projectionen der Linien AC und BC auf AB.

Der Pythagoräische Lehrsatz (Pythagoras um das J. 550 v. Chr.) läßt sich auch zu dem für jedes Dreieck gültigen sogenannten Cotes'schen Lehrsatz erweitern. In jedem Dreieck ist das Quadrat über einer Seite, die einem spitzen (resp. stumpfen) Winkel gegenüberliegt, gleich der Summe der Quadrate über den beiden andern Seiten, vermindert (resp. vermehrt) um das doppelte Rechteck aus der einen der letztern und der Projection der zweiten auf dieselbe. Denn in Fig. 32 läßt sich ganz analog wie beim letzten Satze zeigen, daß das Rechteck LE = Rechteck NG, ebenso NF = PI und PH = LD. Es ist demnach das Quadrat AE über der Dreiecksseite AB gleich den Quadraten BF und AI über den Seiten BC und AC, vermindert um die Rechtecke NF und PI oder um das doppelte Rechteck NF oder PI.

Mit Hülfe des Pythagoräischen Satzes kann man leicht die Aufgaben lösen, ein Quadrat zu zeichnen, welches der Summe oder dem Unterschiede zweier gegebener Quadrate gleich ist. Mit Hülfe des Satzes von der Gleichheit der Dreiecke bei gleicher Grundlinie und Höhe kann man die Aufgabe lösen, ein Vieleck in ein anderes, ihm an Fläche gleiches zu verwandeln, welches eine oder mehrere Seiten weniger hat, z. B. das Fünfeck ABCDE (Fig. 33) in das ihm gleiche Dreieck FGD. Man ziehe zur Diagonale BD durch die Ecke C eine Parallele und nehme in dieser in G eine neue Ecke in der Verlängerung von AB an, so hat man für △ DCB das ihm gleiche △ DGB gesetzt. Aehnlich setzt man für △ AED das ihm gleiche △ AFD, und erhält so durch den Wegfall der Ecken A und B ein Dreieck.

IV. Vom Kreise.

Eine Gerade OA (Fig. 34), welche einen Kreis schneidet, heißt Secante, das Stück AB derselben innerhalb des Kreises heißt Sehne oder Chorde. Eine Sehne AC durch den Mittelpunkt M heißt Durchmesser, und eine Linie ED, die nur einen Punkt A mit dem Kreise gemein hat, heißt Tangente. Winkel wie ∠ AMB, AMC und CMB (Fig. 35), die ihren Scheitel im Centrum haben, heißen Centriwinkel, solche wie ∠ BAC, die den Scheitel in der Peripherie haben, Peripheriewinkel. Jede Sehne theilt den Kreis in zwei Kreisabschnitte (Segmente), und zwei Radien wie MA und MB schneiden aus dem Kreise einen Kreisausschnitt (Sector). Ein Polygon dessen Seiten Sehnen sind, wie △ ABC (Fig. 34) ist dem Kreise eingeschrieben, der Kreis ihm umschrieben.

Die wichtigern elementaren Sätze der Kreislehre sind: Das Loth vom Mittelpunkte auf die Sehne halbirt diese (Fig. 25: wenn $AD = BD$, so ist $DM \perp AB$, ebenso $FM \perp AC$). Ein Kreis ist vollständig bestimmt durch drei Punkte seiner Peripherie, denn da (Fig. 35) der Scheitelpunkt von FM und DM der Mittelpunkt sein muß, so sind die drei gleichen Schenkel BM, AM und CM der Dreiecke AMB und CMC Radien eines Kreises durch A, B und C. Ferner: Eine Linie, welche auf einem Radius senkrecht steht, ist eine Tangente; denn die Verbindungslinie jedes andern Punktes als A (Fig. 34) z. B. E mit M ist eine Hypotenuse und daher größer als die Kathete AM.

Auch über die Winkelverhältnisse am Kreise gibt es einige wichtige Sätze, z. B.: Jeder Peripheriewinkel ist gleich der Hälfte des Centriwinkels, der mit ihm auf gleichem Bogen steht (z. B. in Fig. 36 $\angle ACB = \frac{1}{2} \angle AMB$; denn $\angle x$ ist als Außenwinkel des gleichschenkeligen Dreiecks AMC doppelt so groß wie der Basiswinkel y, und aus ähnlichem Grunde z doppelt so groß wie u). Hieraus folgt auch, daß alle Peripheriewinkel auf gleichem Bogen gleich sind, z. B. (Fig. 37): $\angle ACB = \angle AC'B = \angle AC''B$ u. s. w. Ferner folgt: Der Peripheriewinkel im Halbkreise ist ein rechter; denn $A \angle CB$ (Fig. 38) ist gleich der Hälfte des flachen Centriwinkels AMB. In jedem Kreisvierecke beträgt die Summe zweier Gegenwinkel zwei rechte. (In Figur 39 ist $\angle BAD + \angle BCD = 2R$; denn die beiden Centriwinkel bei $M = 4B$.) Aehnlich findet man, daß ein Tangentenwinkel gleich dem Peripheriewinkel im entgegengesetzten Kreisabschnitte ist. Aus obigen Sätzen ergibt sich die Lösung mehrerer Aufgaben. Um ein Dreieck einen Kreis beschreiben kann man mit Hülfe des Satzes, daß der Kreis durch drei Punkte bestimmt ist. Tangenten an einen Kreis von einem außerhalb desselben gelegenen Punkte A aus (Fig. 40) kann man ziehen, wenn man die Verbindungslinie AM in B halbirt und durch einen Kreis vom Radius MB den gegebenen in C und D durchschneidet, dann sind C und D die Berührungspunkte der beiden möglichen Tangenten AC und AD. Einem Dreiecke (z. B. ABC, Fig. 41) einen Kreis einschreiben (sodaß dieser alle drei Seiten berührt), kann man, wenn man vom Durchschnitte M der Winkelhalbirungslinien Lothe ME, MD, MF auf die Seiten fällt; dann sind M der Mittelpunkt, ME der Radius und E, D und F die Berührungspunkte des gesuchten Kreises.

V. Von der Aehnlichkeit der Figuren.

Zwei Polygone heißen ähnlich ($\backsim$), wenn sie gleiche Winkel zwischen proportionirten Seiten haben. Es würde also z. B. $\triangle ABC$ (Fig. 42) $\backsim \triangle A'B'C'$ sein, wenn $\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C'} = \frac{BC}{B'C}$, und wenn $\angle A = A'$, $\angle B = B'$, $\angle C = C'$.

Von diesen Bedingungen brauchen jedoch immer nur einige bekannt zu sein, um von ihnen auf die Existenz auch der übrigen, also auf die Aehnlichkeit der fraglichen Dreiecke schließen zu können. Diese Fälle finden ihren Ausdruck in den vier (gewissermaßen den vier Congruenzsätzen analogen) Aehnlichkeitssätzen. Es sind nämlich zwei Dreiecke einander ähnlich 1) wenn zwei Seiten des einen zweien des andern proportionirt und die eingeschlossenen Winkel einander gleich sind, 2) wenn zwei Winkel des einen denen des andern gleich sind, 3) wenn die Seiten des einen denen des andern proportionirt sind, 4) wenn zwei Seiten des einen zweien des andern proportionirt und die der größern Seite gegenüberliegenden Winkel gleich sind. Diese Sätze lassen sich sehr leicht nachweisen, wenn man bei Vergleichung der Dreiecke ABC und A'B'C' das dem letztern congruente Hülfsdreieck DFC benutzt.

Andere hierhergehörige Sätze sind: 1) Eine Linie (z. B. CD, Fig. 43), welche einen Winkel eines Dreiecks (z. B. C in $\triangle ABC$) halbirt, theilt die Gegenseite in zwei Segmente (AD und BD), welche sich verhalten wie die anliegenden Seiten (hier AC und BC); also hier $\frac{AD}{BD} = \frac{AC}{BC}$), da, wenn $BF \parallel DC$, die $\angle x$, y, u und z gleich, die Dreiecke ADC und ABF ähnlich sind, und $\triangle BCF$ gleichschenkelig ist. 2) Zieht man durch einen Punkt (A oder A', Fig. 44) gerade Linien, die einen Kreis schneiden, so ist das Product der Entfernungen dieses Punktes von den beiden Durchschnittspunkten bei allen Geraden gleich (also $AB \cdot AC = AD \cdot AE$ und ebenso $A'B' \cdot A'C' = A'D' \cdot A'E'$).

Auch eine Anzahl wichtiger Constructionen gründen sich auf die Aehnlichkeits- und die daraus abgeleiteten Sätze; so die der vierten und mittlern Proportionalen, der goldene Schnitt und die harmonische Theilung. Um zu drei gegebenen Linien a, b, c die vierte Proportionale x (d. h. das vierte Glied x der Proportion $\frac{a}{b} = \frac{c}{x}$) zu construiren, trägt a und b auf dem einen und c auf dem andern Schenkel eines beliebigen Winkels EAC (Fig. 45) ab, zieht BD und parallel dazu CE, so ist $DE = x$. Um zu zwei gegebenen Geraden a und b (Fig. 46) die mittlere Proportionale x (d. h. die Größe x in der Proportion $\frac{a}{x} = \frac{x}{b}$) zu finden, setzt man $AD = a$ und $DB = b$ nebeneinander und errichtet über AB als Durchmesser einen Halbkreis, dann ist das Loth $DC = x$, wegen Aehnlichkeit der Dreiecke ABD und CDB.

Um eine Linie AB (Fig. 47) nach dem goldenen Schnitt, d. h. so zu theilen, daß der eine Theil die mittlere Proportionale zwischen der ganzen Linie und dem andern Theile ist, errichte man in B ein Loth $BC = \frac{1}{2} AB$, ziehe mit CB als Radius einen Kreisbogen, verbinde A mit C und lege AD nach AF, so ist F der gesuchte Schnitt.

Um eine Gerade harmonisch zu theilen, d. h. zu zwei auf ihr gegebenen Punkten A und B (Fig. 48) zwei andere C und D so zu bestimmen, daß die Abstände des C von A und B dasselbe Verhältniß (etwa $= \frac{m}{n}$) haben wie die des D von A und B (also $\frac{CA}{CB} = \frac{DA}{DB} = \frac{m}{n}$), trägt man an A in beliebiger Richtung m an und an B parallel mit m nach oben und unten n, und zieht FH und FD, so sind deren Durchschnitte C und D mit der gegebenen Geraden die gesuchten harmonischen Punkte.

Zieht man von irgendeinem Punkte O (Fig. 49) Gerade durch vier harmonische Punkte A, B, C, D, so nennt man diese Geraden harmonische Strahlen. Diese haben unter anderm die Eigenschaft, daß auch jede andere durch sie gelegte Linie in vier harmonischen Punkten (etwa A', B', C', D') geschnitten wird. Man findet die harmonische Theilung auch wieder bei den Diagonalen des vollständigen Vierseit (Fig. 50). Es ist dies eine Figur, die durch vier sich schneidende Gerade (AB, AC, BD, CF) gebildet wird. Sie hat sechs Ecken (A, F, B, G, C, D) und drei Diagonalen (AG, FD, BC). Jede derselben wird von den beiden andern harmonisch getheilt, z. B. AG in H und I.

Will man zu einem Polygon, z. B. ABCD (Fig. 51) ein ähnliches construiren, so zieht man von irgendeinem Punkte O aus Strahlen nach den Ecken und trägt

darauf den Strahlen OA, OB u. s. w. proportionirte Größen OA′, OB′ u. s. w. (oder OA″, OB″ u. s. w.) ab; dann sind A′ B′ C′ D′ sowol als auch A″ B″ C″ D″ zu ABCD ähnliche Polygone, und O heißt im ersten Falle der äußere, im andern der innere Aehnlichkeitspunkt.

Auf der Lehre von der Aehnlichkeit der Dreiecke beruht auch die Construction der Transversalmaßstäbe (Fig. 52).

VI. Von den regulären Polygonen und der Kreismessung.

Ein Polygon von lauter gleichen Seiten und Winkeln heißt regulär, wenn es lauter gleiche Seiten und Winkel hat. Man erhält es dadurch, daß man den Kreis in die verlangte Anzahl gleicher Theile theilt und die Theilpunkte mit Sehnen verbindet. Am einfachsten erhält man das Sechseck (Fig. 54). Seine Seite AB ist gleich dem Radius des Kreises. Zieht man aber an den 6 Theilpunkten Tangenten wie CD, so erhält man ein umschriebenes Sechseck.

Ueberspringt man von den 6 Theilpunkten je einen, so erhält man das reguläre Dreieck (Fig. 53). Durch Halbirung des Sechseckbogens kann man das Zwölfeck, aus diesem das Vierundzwanzigeck u. s. w. erhalten. Die Theilpunkte für das reguläre Viereck (Fig. 62) erhält man durch zwei aufeinander senkrechte Durchmesser. Durch Halbirung des Bogens erhält man das Achteck u. s. w. Die Seite EA des Fünfecks (Fig. 55) ergibt sich, wenn man den Radius MB in C halbirt, das Loth MA errichtet und die Zirkelöffnung CA nach CD legt, dann ist AD = AE gleich der Fünfeckseite, und das Stück DM ist die Seite des Zehnecks (Fig. 57). Man kann ein Vieleck im allgemeinen auch so construiren, daß man den Durchmesser AB (Fig. 59 oder 60) in die verlangte Anzahl (hier 7) gleicher Theile theilt, dann wie in Fig. 59 noch solch einen Theil von A bis D und von C bis E setzt und DE zieht, dann ist die Entfernung des Durchschnitts G vom Punkte 3 gleich der gesuchten Vieleckseite. Oder man sucht wie in Fig. 60 mit der Zirkelöffnung AB von A und B aus den Durchschnitt bei C und zieht C und D, dann ist BD der gesuchte Bogen. Statt durch Verbindung der aufeinanderfolgenden Theilpunkte kann man ein Vieleck auch durch regelmäßige Ueberspringung von 1, 2 oder mehr Punkten in einem Zuge darstellen; so das Fünfeck (Fig. 56), das Siebeneck (Fig. 60), das Achteck (Fig. 61), das Zehneck (Fig. 58) und das Sechszehneck (Fig. 63).

Je mehr ein reguläres Polygon Seiten hat, desto mehr nähert sich sein Umfang dem des eingeschriebenen oder umschriebenen Kreises. Auf diese Weise läßt sich leicht das Verhältniß des Kreisumfangs zum Durchmesser berechnen. Das ganze Problem läuft darauf hinaus, aus der bekannten Größe einer Polygonseite AB (Fig. 64) die Größe der Seite AC oder BC des Polygons mit der doppelten Seitenzahl zu berechnen, was sich leicht mit Hülfe der Aehnlichkeit der Dreiecke ACD und MCF finden läßt.

Auf diese Weise ergibt sich der Kreisumfang für den Durchmesser 1 (auch π oder die Ludolf'sche Zahl genannt) = 3,1415926535897 9 . . . . . Diese Zahl ist bis auf mehrere Hundert Decimalstellen berechnet worden, für die meisten Fälle genügt es aber kurz π = 3,14 zu setzen.

Die Länge irgendeines Kreisumfangs erhält man aus der Multiplication des Durchmessers mit der Zahl π.

VII. Von der Flächenberechnung geradliniger Figuren und des Kreises.

Da, wie schon oben bemerkt, ein Rechteck und schiefes Parallelogramm (z. B. ABDC und ABFE, Fig. 28) einander an Fläche gleich sind, so erhält man den Flächeninhalt eines Parallelogramms durch Multiplication von Grundlinie und Höhe desselben. Da nach dem eben dort Gesagten ein Dreieck als die Hälfte eines Parallelogramms von gleicher Grundlinie und Höhe anzusehen ist, so ist auch seine Fläche gleich dem halben Product aus Grundlinie und Höhe. Jedes andere Polygon läßt sich in Dreiecke zerlegen, und daher auch seine Flächenberechnung auf die des Dreiecks zurückführen. Auch der Kreis läßt sich als eine Summe schmaler Dreiecke betrachten, die auf dem Umfange stehen und alle mit den Spitzen im Mittelpunkte zusammenlaufen. Daher ist seine Fläche gleich dem halben Product aus dem Halbmesser und dem Umfange, oder, was dasselbe ist, gleich dem Producte des Halbmessers mit sich selbst und der Zahl π. Als Maß für Flächen benutzt man ein Quadrat mit der gewählten Längeneinheit gleichen Seiten (Quadratzoll, Quadratfuß, Quadratmeter u. s. w.).

Ebene Trigonometrie.

Es ist sehr wichtig, in einem Dreiecke die Beziehungen zwischen der Größe der Winkel und den Verhältnissen der anliegenden und gegenüberliegenden Seiten zu kennen.

Diese Erörterungen bilden einen besondern Abschnitt der Geometrie unter dem Namen der Trigonometrie, und zwar zunächst der Ebene. Betrachtet man zunächst in einem rechtwinkeligen Dreiecke, wie z. B. ABC (Taf. 1, Fig. 65), die Beziehungen eines Winkels, z. B. a zu den Seiten, so nennt man das Verhältniß der Gegenkathete zur Hypotenuse $\left(\frac{BC}{AC}\right)$ den Sinus des Winkels a, (= sin a), das der anliegenden oder Beikathete zur Hypotenuse $\left(\frac{AB}{AC}\right)$ den Cosinus von a, (= cos a), das der Gegenkathete zur Beikathete $\left(\frac{BC}{AB}\right)$ die Tangente von a, (= tg a), und das der Beikathete zur Gegenkathete $\left(\frac{AB}{BC}\right)$ die Cotangente von a, (= cotg a); endlich hat man die beiden seltener gebrauchten, nämlich das der Hypotenuse zur Beikathete $\left(\frac{AC}{AB}\right)$ oder die Secante von a, $\left(= \sec a = \frac{1}{\cos a}\right)$, und das der Hypotenuse zur Gegenkathete $\left(\frac{AC}{BC}\right)$ oder die Cosecante von a, $\left(= \operatorname{cosec} a = \frac{1}{\sin a}\right)$. Diese Verhältnisse oder Functionen des Winkels sind natürlich in allen rechtwinkeligen Dreiecken bei gleicher Größe von a gleich, ändern sich aber, wenn a sich ändert. Diese Aenderung der Functionen bei Aenderung des Winkels und Durchgang desselben durch alle vier Viertel (Quadranten) des Kreises wird deutlicher bei Betrachtung von Fig. 67.

Setzt man in dem Kreise die Radien MA = ME = ME u. s. w. gleich der Einheit, so werden es auch in den obigen Verhältnissen (Functionen) die Nenner, und man kann dann sagen für den Winkel AME = a ist dann EF der Sinus, FM der Cosinus, AK die Tangente, LC die Cotangente, MK die Secante, ML die Cosecante. Ueber die allmähliche Veränderung dieser Werthe mit der Größe des Winkels möge Folgendes als Beispiel dienen. Da in Fig. 67 FE = F′E′ = F′E″ = FE‴ ist, die beiden letztern aber nach der entgegengesetzten Richtung liegen, so sieht man, daß die Sinus der Winkel AME, AME′, AME″, AME‴

numerisch gleich, die beiden letztern aber negativ sind. Man sieht also, im ersten Quadranten des Kreises wachsen die Sinus von 0 bis 1, nehmen im zweiten wieder bis 0 ab, sind aber im ganzen Verlaufe positiv; im dritten und vierten gehen sie wieder von 0 durch 1 bis 0, sind aber in beiden negativ. Aehnliche periodische Aenderungen zeigen die andern Functionen. Man hat schon längst trigonometrische Tafeln berechnet, in welchen man für die Zwecke der Dreiecksberechnung für jeden Winkelwerth die zugehörige Größe der Functionen und umgekehrt finden kann.

Wie die Functionen zur Dreiecksberechnung benutzt werden können, möge zunächst für das rechtwinkelige Dreieck durch ein Beispiel angedeutet werden. Im Dreieck ABC (Fig. 65) sei BC die Höhe eines Hauses oder Baums. Irgendeine horizontale Länge (Standlinie) AB werde gemessen und mit einem Winkelmeßinstrumente die Größe des Winkels a bestimmt. Da nun das Verhältniß $\frac{BC}{AB} = \operatorname{tg} a$ ist, so hat man auch $BC = AB \cdot \operatorname{tg} a$. Wenn man also in den Tafeln die Tangente für den Winkel a aufschlägt und mit der Länge von AB multiplicirt, erhält man die Höhe BC.

Will man schiefwinkelige Dreiecke betreffende Berechnungen vornehmen, so gehört dazu noch die Kenntniß einiger besonderer Beziehungen der Seiten zu den Functionen der Winkel. So z. B. gilt der Satz, daß in jedem Dreieck sich die Seiten verhalten wie die Sinus der gegenüberliegenden Winkel. Wenn also z. B. im Dreieck ABC (Fig. 66) die Seite AB und die beiden anliegenden Winkel a und b gemessen, also auch der dritte c als Supplement von a und b bekannt wäre, und es sollte eine der beiden andern Seiten, etwa BC berechnet werden, so hätte man nach obigem Satze die Proportion $\frac{BC}{AB} = \frac{\sin a}{\sin c}$, oder hieraus die Gleichung: $BC = \frac{AB \cdot \sin a}{\sin c}$; d. h. man fände die Größe der Seite BC, wenn man die Länge von AB mit dem Sinus von a multiplicirte und dann das Product durch den Sinus von c dividirte. In ähnlicher Weise lassen sich nach den Lehren der Trigonometrie immer aus einer genügenden Anzahl gegebener Stücke (Winkel und Seiten) die andern noch unbekannten Stücke eines Dreiecks berechnen.

Stereometrie.

I. Von der Lage der Ebenen und Geraden im Raume.

Eine Gerade EF (Taf. 2, Fig. 1), welche zwei Punkte E und F einer Ebene ABCD verbindet, fällt ganz in die Ebene hinein. Schneidet eine Gerade wie LM (Fig. 1) eine Ebene, so kann dies nur in einem Punkte (N) geschehen. Schneidet sie dieselbe in keinem Punkte, (wie GH, Fig. 1), so sagt man, sie sei der Ebene (ABCD) parallel. Das Loth GI (= HK) ist ihr Abstand von der Ebene. Alle Lothe auf einer Ebene (wie GI und HK auf ABCD) sind einander parallel (Lehrsatz). Die Aufgabe, auf eine Ebene ABCD (Fig. 2) von einem Punkte E außerhalb derselben ein Loth zu fällen, löst man wie folgt. Man ziehe in der Ebene eine Gerade HI, dann EG senkrecht auf HI, dann in der Ebene selbst GM senkrecht auf HI, und hierauf EF senkrecht auf GM, so ist EF das verlangte Loth, denn es ist senkrecht auf GM und KL. Von zwei Geraden im Raume, die weder parallel sind noch sich durchschneiden sagt man, sie kreuzen sich (z. B. die beliebig verlängerten Geraden AC und FD in der ein Prisma vorstellenden Fig. 18). Zwei Ebenen wie AB und CD (Fig. 4) schneiden sich, und zwar in der Geraden EF. Zwei Ebenen, wie AB und CD (Fig. 3), welche sich nicht durchschneiden, heißen parallel.

II. Von den körperlichen Ecken und Polyedern.

Wenn man durch je zwei von drei Geraden (AB, AC und AD, Taf. 2, Fig. 5), welche sich in einem Punkte A des Raums durchschneiden, eine Ebene legt, so schließen diese drei Ebenen eine dreiseitige körperliche Ecke ein. Ebenso bestimmen fünf Gerade (AB, AC u. s. w., Fig. 6) eine fünfseitige, überhaupt n Gerade eine nseitige körperliche Ecke. Der Schnittpunkt A der Geraden heißt der Scheitel, die Geraden selbst heißen die Kanten, die von den Kanten eingeschlossenen Winkel die Seiten und die Neigungswinkel je zweier Ebenen die Winkel der körperlichen Ecke.

Aehnlich wie in der Planimetrie die beiden Schenkel eines Winkels noch keinen endlichen Raum begrenzen, hierzu vielmehr wenigstens noch eine, beide Schenkel schneidende Gerade gehört, so muß auch, damit ein allseitig von Ebenen begrenzter Körper, oder wie man einen solchen nennt, ein Polyéder entsteht, die offene körperliche Ecke durch mindestens noch eine schneidende Ebene geschlossen und begrenzt werden. So entsteht, wenn in Fig. 5 die drei Ebenen BAC, CAD, DAB der dreiseitigen körperlichen Ecke noch durch die vierte Ebene BCD geschnitten werden, ein vierflächiges Polyéder oder Tetraéder, auch eine dreiseitige Pyramide genannt. Ebenso schließt bei der fünfseitigen körperlichen Ecke in Fig. 6 die sechste Ebene BCEFG eine fünfseitige Pyramide ab, deren Basis BCEFG und deren Spitze A ist.

Sind die begrenzenden Flächen eines Polyéders ihrer Figur nach reguläre Polygone, so heißt es ein reguläres Polyéder. Es kann deren im ganzen nur fünf geben, drei begrenzt von regulären Dreiecken, eins von Quadraten und eins von regulären Fünfecken, nämlich 1) das reguläre Tetraéder, von vier regulären Dreiecken umschlossen. Fig. 7 stellt den Körper dar auf der Fläche ABC ruhend und die Spitze D dem Auge zuwendend, Fig. 8 sein Körpernetz, d. h. die Entwickelung seiner Oberfläche in einer Ebene (hier wie bei den folgenden in kleinerm Maßstabe). D′, D″, D‴ bilden durch Herumklappen die Spitze D (Fig. 7). 2) Das Octaéder, von acht regulären Dreiecken umschlossen. Fig. 9 ist eine Ansicht des Körpers; alle Kanten sind der Kante AB gleich. Fig. 10 ist sein Netz. 3) Das Ikosaéder, von zwanzig Dreiecken gebildet. In Fig. 11 ist eine Fläche, in Fig. 12 eine Ecke dem Auge zugewendet. Fig. 13 ist das Körpernetz des Ikosaeders, auch in kleinerm Maßstabe. 4) Das Hexaéder (Würfel), von sechs Quadraten umgrenzt (Fig. 14). Die Gestaltung seines Körpernetzes ist aus Fig. 15 ersichtlich. Endlich 5) das Dodekaéder (Fig. 16), ein von zwölf regulären Fünfecken (Pentagonen) umschlossener Körper. Sein Netz ist in Fig. 17 dargestellt. Zur Construction der Netze dieser regulären Körper, und daraus ihrer Modelle, braucht immer nur die Größe der Seite AB des betreffenden Polygons gegeben zu sein.

Ein wichtiger für alle Polyéder geltender Lehrsatz ist folgender (der sogenannte Euler'sche Satz): Die Anzahl der Ecken eines Polyeders vermehrt um die Anzahl seiner Flächen ist um zwei größer als die Anzahl seiner Kanten.

III. Von den Prismen, Pyramiden und Körperstumpfen.

Ein Prisma ist ein zwischen zwei parallelen Ebenen liegender Körper, dessen Seitenflächen Parallelogramme sind. Je nach der Anzahl dieser Seitenflächen hat

man drei-, vier-, fünfseitige u. s. w. Prismen. Die beiden parallelen End- oder Grundflächen sind dann congruente Dreiecke, Vierecke, Fünfecke u. s. w. Der senkrechte Abstand der Grundflächen heißt die Höhe des Prismas. So stellt Fig. 18 ABCEDF ein dreiseitiges Prisma vor, dessen Grundflächen ABC und DEF sind. Fig. 19 ist sein Netz. Beim Zusammenklappen der Flächen fallen die Punkte F, F′, F″ sowie C, C′, C″ zusammen. Da die Seitenflächen hier Rechtecke sind, so stellt jede der Kanten AE u. s. w. zugleich die Höhe des Prismas dar.

Um die Größe des Rauminhaltes irgendeines Prismas, sowie auch gewisser anderer Körper bestimmen zu können, ist es vorerst nöthig, einen wichtigen Lehrsatz kennen zu lernen, das sogenannte Cavaleri'sche Princip. Es lautet: Zwei Körper (z. B. Fig. 29 das dreiseitige Prisma a, a′, a″ und das vierseitige b, b′, b″, sowie in Fig. 30 das sechsseitige Prisma c, c′, c″, sowie der Cylinder d, d′, d″), die sich zwischen zwei parallelen Ebenen befinden (z. B. in Fig. 29 und 30 zwischen den Ebenen 1 und 3) und von einer beliebigen dritten, den beiden ersten parallelen Ebene (z. B. 2 in Fig. 29 und 30) durchschnitten, stets gleiche Querschnitte geben (z. B. Querschnitt a′ = b′ und c′ = d′), haben gleichen Rauminhalt.

Als Maß für den Rauminhalt jedes Körpers benutzt man einen Würfel (Kubus), dessen Kante der Längeneinheit gleich ist und nennt dieses Maß je nach der gewählten Längeneinheit, Kubikmeter, Kubikfuß, Kubikzoll, Kubikmeile u. s. w.

Ein vierseitiges, von drei Paar parallelen Ebenen begrenztes Prisma, heißt ein Parallelepipedon, und stehen die Kanten desselben senkrecht gegen die Grundflächen wie bei dem Körper b, b′, b″ (Fig. 29), so findet man durch eine leichte Ueberlegung, daß der Rauminhalt oder das Volumen (V) eines solchen rechtwinkeligen Parallelepipedons gleich dem Product aus den Längenzahlen von drei in einer Ecke zusammenstoßenden Kanten sein muß, oder, da das Product zweier Kanten als Grundfläche und die dritte darauf senkrechte als die Höhe anzusehen ist, daß V gleich dem Product aus Grundfläche und Höhe gefunden wird.

Das Volumen irgendeines Prismas ist nun nach dem Cavaleri'schen Princip ebenfalls gleich dem Product aus Grundfläche und Höhe des Prismas.

Ein Körper, dessen Grundfläche ein ebenes Polygon (wie BCD in Fig. 20) ist, und dessen Seitenflächen und folglich auch deren Durchschnittskanten alle in einer Spitze (A) zusammenlaufen, heißt eine Pyramide, und zwar eine drei-, vier-, fünfseitige u. s. w., je nachdem die Grundfläche ein Dreieck, Viereck, Fünfeck u. s. w. ist. Fig. 21 gibt das entwickelte Netz der in Fig. 20 dargestellten fünfseitigen Pyramide.

Jedes dreiseitige Prisma, wie z. B. das in Fig. 28, läßt sich in drei an Volumen gleich große Pyramiden zerschneiden. Hieraus ergibt sich leicht, daß das Volumen einer Pyramide gleich einem Drittel vom Volumen eines Prismas von gleicher Grundfläche und Höhe ist, d. h. auch gleich dem Drittel des Products aus Grundfläche und Höhe der Pyramide.

Ein Körperstumpf oder Obelisk (Fig. 22) ist ein Körper, der zwischen parallelen Ebenen (AB und CD) liegt und dessen Seitenflächen ebene Figuren sind, die sich von der einen der parallelen Ebenen zur andern erstrecken. Die in den parallelen Ebenen liegenden Polygone AB und CD heißen die Grundflächen, ihr senkrechter Abstand h die Höhe und der die Höhe halbirende Parallelschnitt EF die Mittelfigur des Schnittes. Denkt man sich alle Ecken des Obelisken mit irgendeinem Punkte der Mittelfigur verbunden, so wird derselbe dadurch derart in Pyramiden zerlegt, daß man sein Volumen gleichsetzen kann dem sechsten Theile eines Prisma von gleicher Höhe, dessen Grundfläche aus den beiden Grundflächen und dem vierfachen Querschnitte besteht.

IV. Von Cylinder, Kegel und Kugel.

Diese Körper sind Umdrehungskörper. Ein gerader Cylinder (Taf. 2, Fig. 23) entsteht, wenn man ein Rechteck ABCD um eine seiner Seiten BC als Achse gedreht denkt. Die gegenüberstehende Seite AD beschreibt dann den Mantel und die beiden andern Seiten AB und DC beschreiben die kreisförmigen Grundflächen des Cylinders. Setzt man den Radius AB der Grundfläche = r und die Höhe BC des Cylinders = h, und bedenkt man ferner, daß man den Cylinder als ein Prisma mit unendlich vielen schmalen Seitenflächen betrachten kann, so ist mit Beachtung des in der Kreislehre Gesagten sein Rauminhalt = $\pi r^2 h$, und der Flächeninhalt seines Mantels = $2\pi rh$. Fig. 24 stellt das Netz des Cylinders, d. h. die Grundflächen B und C und den aufgewickelten Cylindermantel AA′D′D dar.

Ein gerader Kegel (Fig. 25) entsteht durch Umdrehung eines rechtwinkeligen Dreiecks ABC um eine Kathete AB. Diese Achse nennt man die Höhe (h) des Kegels, A die Spitze. Die Hypotenuse AC (auch die Seite (s) des Kegels genannt) beschreibt den Kegelmantel, die andere Kathete BC = BD = r die kreisförmige Grundfläche. Durch ähnliche Betrachtungen wie beim Cylinder erhält man das Volumen des Kegels (analog dem der Pyramide) = $\frac{1}{3}\pi r^2 h$, die Fläche des Kegelmantels = πrs. Fig. 26 stellt den aufgewickelten Kegelmantel AD′CD″ und die Grundfläche B dar.

Eine Kugel (Fig. 27) entsteht, wenn ein Halbkreis CBC′ um seinen Durchmesser CC′ gedreht gedacht wird. Der Mittelpunkt des gedrehten Halbkreises ist auch der der Kugelfläche; alle Punkte derselben haben gleichen Abstand von ihm. Dieser Abstand ist der Radius (r) der Kugel. Jeder Kreis wie BCB′C′ oder AB A′B′ oder ACA′C′, dessen Ebene durch den Mittelpunkt der Kugel geht, heißt ein größter Kreis derselben. Aehnlich wie beim Kreis hat man auch bei der Kugel Sectoren, Segmente u. s. w.

Die Größe der Kugeloberfläche ist gleich der viersachen Fläche des größten Kreises, also = $4\pi r^2$. Für die Berechnung des Rauminhalts der Kugel dient ein schon von Archimedes gefundener Satz, der eine einfache Beziehung zwischen dem Volumen von Cylinder, Kugel und Kegel angibt. Denkt man sich in das Quadrat ABCD (Fig. 28) mit dem Radius BA = r einen Viertelkreis von A bis C und außerdem eine Diagonale AC gezogen, und denkt man sich dann das Quadrat um die Seite AB im Kreise herumgedreht, so entsteht durch die Drehung der Diagonale AC ein Kegel, durch die des Viertelkreises eine Halbkugel und durch die des Quadrats ein Cylinder, deren Volumina sich zueinander verhalten wie 1 zu 2 zu 3, sodaß also die Halbkugel und demnach auch die ganze Kugel zwei Drittel vom Raume des sie genau umschließenden, gleichhohen Cylinders faßt. Da nun für die Höhe h = 2 r, der Rauminhalt des Cylinders = $2\pi r^3$ ist, so muß der der Kugel = $\frac{4}{3}\pi r^3$ sein.

Ein von zwei größten Halbkreisen, wie z. B. CAC′ und CBC′ (Fig. 27) begrenzter Theil der Kugeloberfläche heißt ein Kugelzweieck, und ein von drei Bogen, wie CA, CB und AB, welche Stücke größter Kreise sind, eingeschlossenes Stück ein sphärisches oder Kugeldreieck. Die drei erwähnten Bogen heißen

die Seiten und die von diesen eingeschlossenen Winkel die Winkel des Dreiecks.

Sphärische Trigonometrie.

Stellt ABC (Taf. 2, Fig. 31) ein sphärisches Dreieck vor auf einer Kugel, deren Mittelpunkt in M liegt, so begrenzen die drei durch je zwei der Radien MA, MB, MC gelegten Ebenen eine körperliche dreiseitige Ecke, deren Seiten durch die Bogen AB, AC und BC gemessen werden. Setzt man Bogen BC=a, AC=b und AB=c, ferner Winkel A=α, B=β, C=γ (wie auch aus Fig. 32 ersichtlich), setzt die Radien MA u. s. w. = 1, und errichtet auf MA in A in den Ebenen MAB und MAC die Lothe AE und AD, so ist offenbar AD = tg b, MD = sec b, AE = tg c, ME = sec c. Hieraus folgt durch Anwendung des Cotes'schen Lehrsatzes auf die Dreiecke MED und AED für die Seite DE:

$$DE^2 = \sec b^2 + \sec c^2 - 2 \sec b \sec c \cos a$$
$$DE^2 = tg\, b^2 + tg\, c^2 - 2\, tg\, b\, tg\, c \cos \alpha.$$

Durch Subtraction und leichte Umrechnung ergibt sich hieraus:

$$\cos \alpha = \frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c}.$$

und wenn man die halbe Summe der Seiten

$$\frac{a+b+c}{2} = s$$ setzt, so folgt

$$\cos \tfrac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{\sin s \sin (s-a)}{\sin b \sin c}}.$$

So kann man noch eine Anzahl von Formeln auf diesem Wege ableiten, welche für die Berechnung der Stücke (d. h. der Seite a, b, c und der Winkel α, β, γ) eines allgemeinen schiefwinkeligen sphärischen Dreiecks wie ABC (Fig. 32) benutzt werden können.

Für das rechtwinkelige sphärische Dreieck, wo also ein Winkel, z. B. der bei A (Fig. 33) gelegene = $\frac{1}{2}\pi$ (d. h. = 90°) wird, vereinfachen sich die Formeln bedeutend, indem dann sin α = 1, cos α = 0, tg α = ∞, cotg α = 0 wird. Eine wirkliche Entwickelung dieser Formeln durchzuführen, kann natürlich hier nicht der Ort sein. Ihre hauptsächlichste Verwendung finden die Lehren der sphärischen Trigonometrie in der Astronomie und höhern Geodäsie.

Analytische Geometrie.

Wenn man die Lage irgendeines Punktes M (Taf. 2, Fig. 34) genau bestimmen will, so gibt man sie an in Bezug auf zwei in derselben Ebene liegende, sich im Punkte O unter irgendeinem Winkel, am einfachsten, wie in Fig. 34, einem rechten sich schneidende, nach beiden Seiten unendlich weit verlängert gedachte Gerade XX und YY. Die Richtung nach rechts bezeichnet man mit + X, die nach links mit — X, die nach oben mit + Y, nach unten mit — Y. Man nennt diese beiden Linien Coordinatenachsen. Um nun die Lage eines Punktes M gegen rechtwinkelige Coordinatenachsen zu bestimmen, fällt man von ihm das (mit der Y-Achse parallele) Loth y auf die X-Achse und schneidet dadurch auf dieser von O aus gerechnet das Stück x ab. Dieses letztere heißt die Abscisse von M, y die Ordinate, beide heißen die Coordinaten, und O ist der Coordinatenanfang. Die Lage eines Punktes ist also offenbar bestimmt durch die Größe und das Vorzeichen seiner Coordinaten x und y; denn auch die Vorzeichen derselben ändern sich, wenn der Punkt aus dem Raumviertel + XO + Y in ein anderes der vier durch die Coordinatenachsen abgegrenzten Raumviertel der Ebene übergeht; in dem zweiten, unten an das erste stoßenden Raumviertel + XO — Y bleibt x offenbar nach rechts liegend, also positiv, während y nach unten zu liegen kommt, also negativ wird; in dem links an dieses stoßenden zweiten untern Raumviertel wird sowol x als auch y negativ sein, während in dem letzten vierten x zwar negativ bleibt, y aber wieder positiv ist.

Statt durch ein solches Coordinatensystem kann man auch die Lage eines beliebigen Punktes M durch sogenannte Polarcoordinaten bestimmen. Man muß dann seinen Abstand r von einem als fest angenommenen Punkte O, dem Pole, kennen, sowie den Winkel, welchen dieser Abstand r mit einer bestimmten Richtung + XO macht. Die Richtung heißt die Achse, und der Abstand r der Radius vector oder Leitstrahl.

Ist die Lage des Punktes M nicht blos auf eine Ebene beschränkt, sondern kann er sich irgendwo im Raume befinden, so muß man dem Coordinatensystem noch eine dritte, nicht in der Ebene der beiden andern gelegene Achse, die gewöhnlich sogenannte Z-Achse hinzufügen (Fig. 35), deren Richtung nach vorn mit + Z, nach hinten mit — Z bezeichnet wird. Im allgemeinen kann man die Winkel zwischen diesen drei Achsen beliebig annehmen, am einfachsten ist es jedoch, sie alle im Coordinatenanfange O sich rechtwinkelig durchschneiden zu lassen. Fällt man dann ein Loth von M auf die Ebene XOZ, so hat man die Coordinate y, das Loth von deren Fußpunkte auf die Achse OX ist die Coordinate z, und der Fußpunkt dieser schneidet auf der Achse OX vom Coordinatenanfange O aus die Coordinate x ab. So ist in einem solchen Coordinatensystem die Lage des Punktes M im Raume durch seine Coordinaten x, y, z fest bestimmt.

Auch Polarcoordinaten kann man hier anwenden. Man muß dann die Lage des Radius vector OM = r bestimmen, etwa dadurch, daß man den Winkel desselben mit einer der Coordinatenebenen, vielleicht der der XZ, bestimmt, und dann etwa noch den Winkel, den die Projection des Radius vector auf gedachte Ebene mit einer in dieser Ebene gegebenen Richtung (einer Achse) einschließt.

Betrachtet man nicht blos einen Punkt, sondern will man irgendein anderes Raumgebilde durch seine Coordinaten bestimmen, so kann man auch hier Gebilde in der Ebene und solche im Raume mit drei Dimensionen unterscheiden.

Hier mögen nur die Methoden und Objecte der analytischen Geometrie an einigen einfachen Beispielen aus der analytischen Geometrie der Ebene illustrirt werden.

Wenn, wie schon oben bemerkt, y und x (Fig. 34) die Coordinaten irgendeines Punktes M sind, so wird doch offenbar das Verhältniß beider zueinander irgendeiner bestimmten Größe, die wir a nennen wollen, gleich sein, das hieße in einer Formel ausgedrückt:

$$\frac{y}{x} = a,$$

wobei noch zu bemerken ist, daß a, als das Verhältniß der Gegenkathete (y) durch die Beikathete (x) nach dem in der ebenen Trigonometrie Gesagten gleich der Tangente des Winkels XOM ist. Nun ist aber augenscheinlich auch für jeden andern auf der Linie OM angenommenen Punkt das Verhältniß der jedesmaligen, zu ihm gehörigen Coordinaten genau dasselbe, also ebenfalls gleich a, und dasselbe muß ohne Zweifel auch für jeden Punkt gelten, der auf der geraden Verlängerung von OM über M sowol wie über O hinausläge. Also für jeden Punkt dieser Geraden ist allemal y das afache von x oder: y = ax. Eine solche, für jeder Punkt einer Linie (hier beispielsweise einer Geraden)

statthabende Beziehung zwischen Abscisse und Ordinate (oder bei Polarcoordinaten zwischen Radius vector und Winkel) heißt Gleichung der Linie. Demnach wäre also die Gleichung einer Geraden, welche durch den Coordinatenanfang O geht und mit der Achse der X einen Winkel einschließt, dessen Tangente gleich a ist: $y = ax$. Für irgendeine andere Lage der Geraden wird auch die Gleichung ihre Gestalt ändern, aber immer wird y und x nur in der ersten Potenz darin vorkommen können. Jede Linie, in deren Gleichung höhere Potenzen der Coordinaten vorkommen, als die erste, ist eine krumme. Man unterscheidet je nach der höchsten in der Gleichung der Linien vorkommenden Potenz der Coordinaten, Linien ersten, zweiten, dritten u. s. w. Grades. Eine krumme Linie, deren auf rechtwinkelige oder schiefwinkelige Achsen bezogene Gleichung keine algebraische, rationale ist, heißt eine transscendente Linie.

Es soll hier einiges über die Curven (krummen Linien) zweiten, über einige höherer Grade, sowie über die wichtigsten transscendenten Linien gesagt werden.

I. Linien zweiten Grades.

Die Linien zweiten Grades sind der Kreis, die Ellipse, die Parabel und die Hyperbel. Man nennt sie auch Kegelschnitte, weil man sie beim Schnitte eines Kegels (vgl. Stereometrie) durch eine Ebene entstanden denken kann. Schneidet eine Ebene einen Kegel (Fig. 36) senkrecht auf die Achse AC, so entsteht auf der Kegelfläche als Schnittrand ein Kreis BD. Die wichtigsten elementaren Beziehungen des Kreises sind schon früher (vgl. Planimetrie) erörtert worden. Schneidet man denselben Kegel schief gegen Achse AC in der Richtung EF, sodaß EF und AB sich schneiden, so wird der Schnittrand eine Ellipse sein. Ist aber, wie in Fig. 39, der schräge Schnitt so gerichtet, daß EF parallel mit AB ist, so ist der Schnittrand keine geschlossene Curve, sondern eine solche, deren beide Aeste vom Scheitel F aus immer weiter auseinander gehen, je weiter man sich den Kegel fortgesetzt denkt; sie heißt Parabel. Zu jedem Kegel gehört eigentlich immer ein gleicher Scheitelkegel, denn man kann sich einen Kegel dadurch entstanden denken, daß man eine im Punkte A (Fig. 42) befestigte Gerade BO mit ihrem Endpunkte B in einem auf der Achse AC senkrechten Kreise herumführt; dann wird nicht nur der Theil AB, sondern auch der Theil AO derselben jeder einen Kegel beschreiben. Legt man eine Schnittebene so, daß sie etwa in der Richtung MN beide Kegel zugleich trifft, so wird als Schnittrand eine aus zwei unendlichen, sich nicht schließenden Zweigen XFJ und KGZ bestehende Curve, die Hyperbel entstehen. Die Richtung EF bei der Ellipse (Fig. 36) heißt die große Achse derselben, die darauf in der Mitte senkrechte die kleine Achse. Auch bei der Parabel (Fig. 39) heißt die Richtung EF die Achse, sowie auch bei der Hyperbel (Fig. 42) die Richtung MN, speciell das Stück FG die Achse genannt wird.

In einer Ellipse (Fig. 37), deren halbe große Achse AC = BC und halbe kleine Achse DC = EC ist, erhält man, wenn man mit der Zirkelöffnung AC von D oder E aus die große Achse zweimal schneidet, zwei wichtige Punkte, die Brennpunkte F und F'. Der Abstand irgendeines Punktes M oder M' der Ellipse von deren Brennpunkten heißt Radius vector. Ein wichtiger Satz ist, daß die beiden Radii vectores eines Punktes M zusammen stets gleich der großen Achse sind, also FM + F'M = AB. Dies kann zur mechanischen Construction der Ellipse dienen, denn ein Faden von der Länge AB in F und F' befestigt, wird einen Stift, der ihn spannt, auf der Peripherie der Ellipse herumzugehen zwingen. Eine Tangente am Kreise steht bekanntlich senkrecht auf dem Radius des Berührungspunktes. Nicht so ist es bei der Ellipse; hier halbirt eine Tangente TM den Winkel zwischen dem einen Radius vector FM und der geraden Verlängerung NM des andern. Eine einfache Construction der Ellipse ergibt sich auch, wenn man mit der halben großen Achse AC und der halben kleinen FC als Radien Hülfskreise beschreibt. Zieht man dann irgendeinen gemeinsamen Radius CDE, und von D aus eine Parallele mit der großen, von E aus eine solche mit der kleinen Achse, so ist der Durchschnittspunkt dieser Parallelen allemal ein Punkt der Ellipse. Auf diese Weise können eine genügende Anzahl Punkte derselben construirt werden. Die Gleichung, welche die analytische Geometrie für die Beziehung der Abscisse x und die Ordinate y jeden Punktes der Ellipse entwickelt, für den Fall, daß die halbe große Achse gleich a, die halbe kleine gleich b gesetzt und die Richtung der erstern zur Abscissenachse, die der letztern zur Ordinatenachse genommen wird, sodaß der Mittelpunkt C (Fig. 37) den Coordinatenanfang bildet (Mittelpunktsgleichung der Ellipse), ist: $a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2$.

Die Parabel (Fig. 40) hat die Eigenschaft, daß jeder Punkt derselben von einem bestimmten Punkte F, dem sogenannten Brennpunkte, und einer Geraden BC, der Directrix, denselben Abstand hat. Für jeden beliebig gewählten Punkt M derselben ist daher stets FM = CM. Dies gilt also auch für den Scheitelpunkt A, d. h. FA = BA, der Scheitel der Parabel liegt demnach in der Mitte zwischen der Directrix und dem Brennpunkte. Da BP offenbar auch gleich CM, so ergibt sich die Construction irgendeines Punktes M der Parabel, also der ganzen Parabel, wenn man auf der durch A und F gehenden Achse der Parabel senkrechte Ordinaten errichtet, z. B. PM, zunächst noch verlängert über M, dann die Linie BP in den Zirkel nimmt, in F einsetzt und die Ordinate über P in M durchschneidet, dann ist M ein Parabelpunkt. Man kann einen Parabelbogen auch construiren, wenn man in einem Rechteck die eine Seite BD (Fig. 41) in eine gerade Anzahl gleiche Theile theilt (z. B. 8) und die andere Seite ED in halb so viel, die erstern von der Mitte an mit 1, 2 u. s. w., die andern von oben mit I, II, u. s. w. bezeichnet, von 1, 2 u. s. w. Parallelen mit AC zieht und I, II u. s. w. mit A verbindet. Dann sind die Durchschnittspunkte der Verbindungslinie IA mit der Parallele 1 u. s. w. Punkte der Parabel. A ist der Scheitel derselben. Die durch F nach beiden Seiten gezogene Ordinate heißt der Parameter und ist das Vierfache von FA. Man bezeichnet ihn gewöhnlich mit p. Setzt man AP = x und PM = y, so ist die Gleichung der Parabel: $y = px$.

Die Hyperbel (Fig. 43) besteht, wie schon bemerkt, stets aus zwei zusammengehörigen Zweigen, deren Scheitel B und C um die Größe der Hauptachse BC voneinander abstehen. Von dieser Achse wird die Hyperbel geschnitten, von der durch den Mittelpunkt A gehenden Nebenachse EH nicht. Zieht man um die Endpunkte der Achsen ein Quadrat DGIK, so sind die verlängerten Diagonalen desselben, DI und GK die Asymptoten der Hyperbel. Zwischen diesen müssen, wie auch die Figur zeigt, die Hyperbeläste liegen. Ist das Rechteck DGIK wie in Fig. 43 ein Quadrat, so nennt man die Hyperbel eine gleichseitige. Die Abstände FA und F'A der Brennpunkte F und F' vom Mittelpunkte A sind gleich BE = DA. Die Entfernungen (Radii vectores) jedes Hyperbelpunktes von dem

Brennpunkte F und F′ haben immer denselben Unterschied BC. Macht man die Richtung der Hauptachse zur Abscissenachse, die der Nebenachse zur Ordinatenachse, so ist, wenn man AB = a und AE = b setzt, die Gleichung der Hyperbel: $a^2 y^2 = b^2 x^2 = a^2 b^2$.

II. Curven höherer Grade.

Von den krummen Linien höhern Grades mögen nur folgende erwähnt werden. 1) Die sogenannte Neil'sche Parabel (Taf. 2, Fig. 44). Nimmt man A als Coordinatenanfang und legt die Abscissenachse in die Richtung AB, so gehören zu jeder Abscisse, AB = x zwei Ordinaten BC = + y und DB = − y. Die Gleichung der Curven ist: $x^3 = ay^2$. In Fig. 44 ist a = 3 angenommen. 2) Die Cissoide (Fig. 45) erhält man, wenn man auf den Durchmesser AM eines Kreises in M eine Tangente, und von A aus bis zu letzterer beliebig viel Secanten durch den Kreis zieht. Trägt man dann die zwischen dem Kreise und der Tangente liegenden Stücke der Secanten von A aus auf dieselben auf, macht also z. B. AF = AG, AD = BC u. s. w., so sind F, D u. s. w. Punkte der Cissoide. Ihre Gleichung ist für den Coordinatenanfang A und Abscissenachse AM: $x(y^2 + x^2) - ay^2 = o$, wo a gleich dem Durchmesser AM ist. Die Neil'sche Parabel und Cissoide sind Linien dritten Grades. Noch mögen einige vierten Grades folgen, nämlich 3) die Conchoide (Fig. 46). Wenn von einer Geraden AB ein Punkt O irgendeinen Abstand OP = b hat, und man trägt auf der verlängerten OP irgendeine Größe a nach beiden Seiten von P aus ab, sodaß PR = PQ = a, zieht man dann von A aus Strahlen, welche die Gerade AB rechts und links von P in den Punkten 1, 2, 3 u. s. w. schneiden, und trägt dann auf diesen Strahlen von den Punkten 1, 2, 3 u. s. w. aus nach beiden Seiten die Größe a ab, so erhält man die Punkte der beiden Theile der Conchoide. 4) Die Lemniscate (Fig. 48). Man erhält sie, wenn man in einem rechtwinkeligen Achsenkreuze (DE = X-Achse, FG = Y-Achse) AB = AC gleich irgendeiner Größe e setzt und dann die Punkte M der Lemniscate so bestimmt, daß BM . CM = e^2. Man findet für irgendeinen Werth BM leicht CM, wenn man AF = BM setzt, FC und darauf senkrecht CG zieht, dann ist AG = dem gesuchten CM. 5) Die Cardioide (Fig. 47). Man erhält sie, wenn man den Raum B 1 2 3 4 in eine bestimmte Anzahl (hier 4) gleiche Theile theilt, mit AB, A 1, A 2 u. s. w. Kreise zieht und jeden Halbkreis durch Radien in ebenso viel gleiche Theile theilt; dann sind die Durchschnittspunkte des Kreises 1 mit den Radien 1′ und 1″, die des Kreises 2 mit den Radien 2′ und 2″ Punkte der Cardioide.

III. Transscendente Linien.

Was unter transscendenten Linien zu verstehen ist, ist schon oben bemerkt werden. Hier sollen einige der wichtigsten angeführt werden. 1) Die logarithmische Linie (Taf. 2, Fig. 49). Ihre Gleichung ist, wenn AC die Abscissen-, AB die Ordinatenachse vorstellt: $y = m e^{\frac{x}{m}}$, wo e die Basis der natürlichen Logarithmen ist; sie kann auch geschrieben werden $x = m \log \frac{y}{m}$; daher der Name der Linie. Für x = o, also in A, ist die Ordinate y = m. Wenn die Abscissen — 2 A, — 1 A, A 1, A 2 u. s. w. in arithmetischer Progression zunehmen, nehmen die zugehörigen Ordinaten — 2 M — 1 M′ u. s. w. in geometrischer Progression zu. Die Abscissenachse ist nach der negativen Seite hin Asymptote für die Curve. 2) Die Kettenlinie (Fig. 50). Denkt man sich die logarithmische Linie um die Achse AB (Fig. 49 und 50) herumgedreht, und zieht man dann für irgendeinen Punkt 2 die gemeinschaftliche Ordinate 2 M M′ durch beide logarithmische Linien hindurch, so ist der in der Mitte von M M′ gelegene Punkt P allemal ein Punkt der Kettenlinie. Sie ist auf diese Weise leicht zu construiren. Eine von zwei Punkten frei herabhängende Kette oder ein Seil nimmt die Gestalt der Kettenlinie an. Ihre Gleichung ist: $y = \frac{1}{2} m \left(e^{\frac{x}{m}} + e^{\frac{-x}{m}} \right)$. 3) Die Cykloide. Rollt ein Kreis mit dem Radius 1 M (Fig. 51) ohne zu gleiten auf der Geraden AB, sodaß in der Lage 2 der Punkt M und M′ in der Lage 3 in M″ ankommt, so beschreibt dabei der Punkt M die periodisch sich immer wiederholende, gemeine Cykloide genannte Linie M M′ M″. Liegt der die Curve beschreibende Punkt des auf AB (Fig. 52) rollenden Kreises nicht auf dessen Peripherie, sondern innerhalb derselben in D, so beschreibt er dabei die ebenfalls periodische Curve I, 1, 1, I, 1 . . . . die sogenannte gedehnte Cykloide. Liegt er aber, während der Kreis mit dem Radius CE auf AB rollt, auf der Verlängerung des Radius in G, so beschreibt er die verkürzte Cykloide II, II, II, II . . . . Die Gleichung der Cykloide ist:

$$y = a.\ \text{arc}\left(\cos = \frac{a-y}{b}\right) - \sqrt{b^2 - b\,(a-y)^2}$$

Für die gemeine Cykloide ist b = a, für die gedehnte b < a und für die verkürzte b > a. 4) Die Epicykloide. Rollt ein Kreis mit dem Radius A 1 (Fig. 53) auf einem andern mit dem Radius M 1 (= M 2), so beschreibt der Endpunkt des Radius des erstern die ebenfalls periodische gemeine Epicykloide I, 5, I, I . . . . . Ist in dem Kreise B (Fig. 53) der die Cykloide beschreibende Punkt II ein Punkt innerhalb der Kreisfläche, so beschreibt er beim Rollen die gedehnte Epicykloide II, II, II, und ist bei Kreis C der Punkt III ein mit dem rollenden Kreise zusammenhängender Punkt außerhalb seiner Fläche, so beschreibt er die verkürzte Epicykloide III, III, III. 5) Die Hypocykloide. Rollt man wie in Fig. 54 einen Kreis A an der Innenseite eines Kreises vom Radius M 5, so beschreibt ein Punkt seiner Peripherie die gemeine Hypocykloide I, 2, I, I, I. Liegt der beschreibende Punkt II eines mit A gleich großen gerollten Kreises innerhalb seiner Peripherie, so wird die von diesem Punkte beschriebene Linie II, II, II eine gedehnte Hypocykloide genannt, während, wenn ein außerhalb des rollenden Kreises C liegender, mit ihm verbundener Punkt III, die Curve III, III, III beschreibt, diese eine verkürzte Hypocykloide genannt wird. Die Gleichungen der gemeinen, gedehnten und verkürzten Epi- und Hypocykloiden sind nicht so einfach, als die der Cykloide. 6) Die archimedische Spirale (Fig. 55). Denkt man sich, daß auf einer Geraden ein Punkt von A aus immer weiter gleichmäßig fortschreitet, sodaß er allmählich durch die Lagen 1, 2, 3, . . . 8 und beliebig weit darüber hinausgeht, denkt man sich aber zugleich, daß sich die Gerade währenddem um den Punkt A dreht, und zwar in der Zeit, während welcher der Punkt von A bis 4 rückt, ein volles Mal herum, so wird der fortrückende Punkt nach einer Viertelumdrehung in 1′, nach einer halben in 2′ u. s. w. ankommen, sodaß er jetzt nicht mehr eine Gerade A 8, sondern eine in unzähligen Windungen (in der Fig. 55 in nur zwei) um den Punkt A herumlaufende Curve beschreibt. Eine solche Curve heißt eine Spirale, und zwar die in der angegebenen Weise entstandene, die archimedische

Spirale. Bezeichnet man den Radius vector irgendeines Punktes derselben mit ι, den Drehungswinkel desselben gegen A 8 mit u, und die Größe $A\,1 = A\,1'$ mit r, so ist die sehr einfache Gleichung dieser Spirale in Polarcoordinaten: $u = r\iota$.

Von all den zahlreichen Beziehungen an diesen Formen, den Tangenten, Normalen, Krümmungshalbmessern, Abwickelungslinien (Evoluten) u. s. w. derselben hier zu reden, würde weit über den engen Rahmen, der hier einzuhalten ist, hinausreichen, auch die Betrachtungen, welche die analytische Geometrie über die Formen im Raume anstellt, über die Curven doppelter Krümmung, über die verschiedenen Arten von Flächen, Umdrehungsflächen, windschiefen Flächen u. s. w., würden ohne tieferes Eingehen unverständlich bleiben, müssen daher hier übergangen werden. Dagegen sollen die wichtigsten Anwendungen der Geometrie, als die darstellende Geometrie, die Geodäsie und, ein wichtiger Zweig derselben, die Chorographie in ihren Grundzügen im Folgenden besprochen werden.

Darstellende Geometrie.

Will man räumliche Gebilde von drei Dimensionen (Länge, Breite, Höhe) nicht durch wirklich körperliche Modelle, sondern durch Zeichen auf einer Ebene darstellen, so stellt sich dem zunächst das Hinderniß entgegen, daß die Ebene nur zwei Dimensionen hat, Länge und Breite. Es lassen sich aber dennoch Methoden finden, auch in der Ebene, sowie auch auf andern Flächen ein deutliches Bild der dritten Dimension der körperlichen Objecte zu geben. Die Gesammtheit dieser Methoden heißt die darstellende oder deskriptive Geometrie. Dieselbe bedient sich als unentbehrlichen Hülfsmittels der Projectionen. Läßt man nämlich von den Punkten eines Objects nach einer Zeichnungsebene (der Projectionsebene) gerade Linien gehen, die einem bestimmten Richtungsgesetze gegeneinander folgen (Projectionsstrahlen), so nennt man die Fußpunkte dieser Strahlen die Projectionen der Punkte. Laufen die Projectionsstrahlen alle parallel, so nennt man die Projection auch Parallelprojection, laufen sie aber alle durch einen festen Punkt (Projectionscentrum), in den man gewöhnlich das Auge versetzt denkt, so hat man die Centralprojection oder Perspective.

I. Parallelprojection.

Hier können nur die einfachern Fälle erörtert werden, wenn nämlich die parallelen Strahlen auch senkrecht gegen die Projectionsebene stehen, die sogenannte rechtwinkelige oder orthogonale Projection. Den Fall, wo die parallelen Projectionsstrahlen schief gegen die Projectionsebene stehen, nennt man schiefe Projection. Um die Lage und Gestalt eines zu zeichnenden Objects genau zu bestimmen, projicirt man es gewöhnlich auf zwei Ebenen, eine horizontale a b (Taf. 3, Fig. 1) und eine verticale b c, zuweilen auch noch auf eine Seitenebene. Die horizontale Projection heißt auch kurz Grundriß, die verticale Aufriß. In Fig. 1 ist für einen Punkt d im Raume f der Grundriß, e der Aufriß. Der durch b g gehende Schnitt beider Ebenen ist die Basis der Projection. In Fig. 2 ist für eine Gerade d e der Grundriß k l, der Aufriß f g. In Fig. 3 ist e f g h der Aufriß, i k m l der Grundriß einer Ebene a b c d. Ebenso ist in Fig. 4 c d der Aufriß, e f der Grundriß des Parallelepipedons a b. Um beide Risse auf eine Ebene verzeichnen zu können, denkt man sich (Fig. 5) die Grundrißebene a b um die Basis herabgedreht in die Lage b e; dann kommt die horizontale Projection g des Punktes d in die Lage h senkrecht unter seine verticale Projection f zu liegen. Ist in Fig. 6 a′ b‴ über der Basis der Aufriß einer verticalen Linie, so ist a′ unter der Basis deren Grundriß. Denkt man sich diese Linie unter verschiedenen Winkeln (z. B. 30°, 60° und 90°) nach vorn geneigt, so sind ihre Auf- und Grundrisse b‴, b″, b′. Man erhält diese Risse durch die in der Figur ausgeführte seitliche Wendung der Drehungsebene. Ganz ähnlich verfährt man, wenn, wie in Fig. 7, eine verticale allmählich nach vorn gedrehte Gerade in verschiedenen Momenten der Drehung projicirt werden soll. Man denkt sich dann die Drehungsebene auch in die Aufrißebene gelegt. Die Buchstaben haben ganz die analoge Bedeutung wie in Fig. 6. Will man umgekehrt aus den beiden Projectionen einer Geraden die Winkel finden, unter welchen dieselbe gegen die beiden Projectionsebenen geneigt ist, so hat man, wenn a′ b′ und a′ b″ (Fig. 8) ihr Grund- und Aufriß sind, den erstern nach a′ d, den andern nach a′ c herumzulegen und von c und d Lothe zu fällen nach den mit der Basis Parallelen b″ d″ und b′ c′, dann ist H der gesuchte Winkel mit der horizontalen, V der mit der verticalen Ebene.

Die Construction der Projectionen irgendeiner im Raume in beliebiger Lage befindlichen ebenen Figur ist aus Fig. 9 und 10 ersichtlich, in Fig. 9 für ein Fünfeck, in Fig. 10 für einen Kreis. Denkt man sich ein in der Grundrißebene liegendes Fünfeck a b c d e um die Seite a b als Achse gedreht und seine Projectionen für die Lage von 45° und 90° verzeichnet, so entsprechen die mit einem Strich versehenen Buchstaben der erstern, die mit zwei Strichen der letztern Lage. Die Projectionen krummer Linien erhält man, wenn man die Projectionen einer beliebigen Anzahl von Punkten derselben sucht und diese dann verbindet. So ist z. B. der in der Horizontalebene (Fig. 10) liegende Kreis mit dem Durchmesser a b in 8 Theile getheilt, und von diesen 8 Punkten die Projectionen construirt, welche sich ergeben, wenn man den Kreis um eine an den Durchmesser gezogene Tangente in 45° und 90° Erhebung gedreht denkt. Die Construction und Buchstabenbezeichnung ist ganz analog der in Fig. 9.

Als Beispiel für die Projectionen von Körpergebilden mag eine sechsseitige Pyramide (Fig. 11) und ein Cylinder (Fig. 12) dienen. Bei der Pyramide stellt a b c d e f g Auf- und Grundriß in gerader Stellung, a′ d′ g′ in geneigter Stellung und a″ d″ g″ in geneigter und verwendeter Stellung dar. Dieselbe Bedeutung haben die ungestrichenen, ein- und zweigestrichenen Buchstaben beim Cylinder (Fig. 12).

Der Durchschnitt von Linien und Ebenen mit den Projectionsebenen und unter sich verdient besondere Betrachtung in Bezug auf seine Darstellung durch Projection. Eine Gerade, welche die beiden Projectionsebenen in a und b durchdringt (Fig. 13 und 15), projicirt sich durch die Lothe a a′ und b b′, nach b a′ und a b′. In Fig. 14 und 16 ist dies für den zum Zeichnen nothwendigen Fall ausgeführt, daß, wie in Fig. 5, die Horizontalebene heruntergeklappt und mit der Verticalebene zusammenfallend gedacht wird.

Werden die beiden Projectionsebenen von einer dritten beliebig schrägen Ebene m n (Fig. 17) geschnitten, so ist a b (Fig. 17 und 18) der Durchschnitt der letztern mit der verticalen, a c (Fig. 17 und 18) mit der horizontalen. Diese beiden Durchschnitte nennt man die Spuren oder Tracen einer Ebene. Durch dieselben ist die Lage der Ebene vollständig bestimmt. Von hierherbezüglichen Aufgaben nur folgende. Ein Dreieck a b c ist in seinem Aufrisse a′ b′ c′ (Fig. 19)

und Grundrisse a′b″c″ gegeben. Es ist der Durchschnitt seiner verlängerten Ebene mit den Projectionsebenen zu bestimmen. Verlängert man die Projectionen zweier Seiten, etwa ab und bc, bis zum Durchschnitte mit der Projectionsbasis, und errichtet auf den Durchschnittspunkten d′, g″, f′, e″ Lothe, bis sie die zugehörigen andern Projectionen in d′, g′, f″, e′ schneiden, so sind durch diese letztern vier Punkte die beiden Spuren der verlängerten Dreiecksebene bestimmt. Solche Spuren müssen sich immer in einem Punkte (m) der Projectionsbasis schneiden.

Zu zwei Ebenen seien die Projectionen ihrer Durchschnittskante zu suchen. Die Spuren der einen seien ab und ac (Fig. 20), die der andern db und dc. Fällt man die Lothe be und cf, so sind ce und bf Grund- und Aufriß des Durchschnittes beider Ebenen. Von zwei ebenen Figuren, die sich durchdringen, z. B. von zwei Dreiecken (Fig. 21) sei die Durchdringungskante zu construiren. Eine horizontale Hülfsebene durch eine Ecke (m′, m) des einen Dreiecks gibt als Aufrisse ihrer Durchschnitte mit den beiden (beziehentlich verlängerten) Dreiecksebenen o′m′ und p′q′ daraus deren Grundrisse om und pq. Deren Durchschnitt x (und x′) ist ein Punkt der Durchschnittskante beider Dreiecke. Der zweite zur Bestimmung der Richtung derselben nöthige Punkt findet sich durch eine zweite durch die Ecke c, c gelegte horizontale Ebene, als deren Durchschnitte mit den Dreiecksebenen im Aufrisse c′y′ und g′y′, im Grundrisse cy und gy sich ergeben. Will man den Durchschnitt einer Ebene mit einem Körper construiren, so verfährt man wie in Fig. 22 für den Durchschnitt einer Kugel (deren Risse hier wie stets Kreise sind) mit einer Ebene, deren verticale Spur mn ist. Die Verticalprojection abcd der Schnittfigur ergibt deren Grundriß a″b″c″d″. Die Durchdringung von Körpern (Fig. 23 und 24) läßt sich in ähnlicher Weise darstellen. Fig. 23 stellt die Durchdringung einer Kugel durch ein sechsseitiges Prisma dar. Verlängert man im Grundrisse die Seiten des Prisma bis ab und ef, so ergeben sich daraus im Aufrisse die Durchschnittskreise a′d′b′c′ und c′h′f′g′. Fig. 24 stellt die Durchdringung eines Cylinders und eines Kegels dar. Aus den gegebenen Rissen der Kegel a bc und a″b″c″, und den Hülfslinien 1, 2, 3, 4, 5, sowie den Rissen des Cylinders defg und d″f″g″, und der seitlichen, mit den Cylinderendflächen parallelen Hülfsprojection a′b′c′ lassen sich leicht die Punkte q, q″ der Schnittlinie, sowie jeder andere Punkt derselben construiren.

Für die Lösung von Aufgaben, die Berührung von geraden Linien mit Körpern betreffend, mag die Berührung einer durch einen festen Punkt (aa′ in Fig. 25) gehenden Geraden mit einer Kugel dienen. Denkt man die Linie beständig um den Kreis herumgeführt, so beschreibt sie einen die Kugel umhüllenden und in einem Kreise berührenden Kegelmantel. Die Projectionen dieses Berührungskreises sollen gesucht werden. Man drehe daher Linie und Kugel um letzterer verticalen Durchmesser, bis die Linie parallel mit der Verticalebene liegt und sich in cd, c′d′ projicirt. Dann ist c′o′f′ der Aufriß des umhüllenden Kegels und e′f der des Berührungskreises; daraus findet man leicht den elliptischen Grundriß desselben, sowie den ebenfalls elliptischen Aufriß für die Lage ab, a′b′ der Kegelachse.

Schattenconstructionen.

Man unterscheidet Körperschatten, das sind die vom Lichte nicht beschienenen Stellen eines Körpers, und Schlagschatten, das sind diejenigen Theile der Oberflächen benachbarter Körper, auf welche zu scheinen das Licht durch einen Körper behindert wird. Die Construction beider Arten von Schatten mag durch folgende Beispiele erläutert werden. Fig. 26 (Taf. 3) stellt Grund- und Aufriß eines Cylinders dar. Durch die Projectionen c′d′ und c″d″ ist die Richtung der auffallenden parallelen Lichtstrahlen gegeben. Zieht man im Grundrisse parallel mit c′d′ Tangenten an den Kreis, so bestimmen die Berührungspunkte 1′ und 2′ die Schattengrenzen, von denen im Aufrisse nur die 1′ entsprechende 1″ sichtbar ist, die andere hinten liegt. Die auf c′d′ senkrechten Tangenten bestimmen in 4′ und 4″ die Mitte des beleuchteten, in 2′ und 2″ die Mitte des dunkeln, im Aufrisse nicht sichtbaren Theils.

Für die Schlagschattenconstruction mag der Schlagschatten eines Pentagondodekaeders (Fig. 27) dienen, auf welches das Licht von links oben und vorn unter 45° gegen die Projectionsebenen geneigt in parallelen Strahlen auffällt. Den Schatten b′ irgendeiner Ecke (a′a″) findet man, wenn man a″b″ parallel mit der Projection der Lichtrichtung zieht, auf b″ ein Loth errichtet und von e′ mit der Horizontalprojection der Lichtrichtung parallel eine Linie zieht, bis sie in b′ das Loth auf b″ durchschneidet. Durch ähnliche Behandlung der übrigen auf der Lichtgrenze liegenden Ecken findet man die ganze Begrenzung des auf einer horizontalen Ebene erzeugten Schlagschattens des Pentagondodekaeders oder eines andern Körpers.

Wenn, wie z. B. für die Construction von Fig. 28 geschehen (die Bedeutung der einzelnen Theile dieser Figur wird bei der Centralprojection erörtert werden), die rechtwinkelige Projection auf eine Ebene geschieht, welche gegen die drei (durch die Hauptdimensionen des Objects bedingten) Coordinatensebenen unter spitzen Winkeln geneigt ist, nennt man sie axonometrisch, und zwar wenn die Projectionsebene gegen alle drei Coordinatenebenen gleich geneigt ist, isometrisch, wenn sie nur gegen zwei gleich geneigt ist, dimetrisch, und bei ungleicher Neigung gegen alle drei, trimetrisch. Ein tieferes Eingehen auf diesen Punkt würde die engen Grenzen dieser Uebersicht überschreiten.

II. Centrale Projection.

Bei der centralen Projection oder Perspective (auch Linearperspective) gehen die projicirenden Strahlen alle von einem Punkte aus, in welchen sich stets das Auge des das Bild Betrachtenden versetzen muß. Zur Verdeutlichung einiger Grundbegriffe der Perspective mag Fig. 28 (Taf. 3) dienen. Ist O der Gesichtspunkt und bild die Projections- oder Bildebene, so ist das Loth OP die Hauptgesichtslinie (auch Abstand oder Distanz), P der Hauptpunkt, hr der Horizont. guew nennt man die Grundebene, das Loth Os die Standlinie (Höhe des Auges), s den Standpunkt und eaug die Standebene. Der Durchschnitt dl der Bild- und Grundebene heißt Grundlinie. Die Ebene kxys heißt die Verticalebene, die Linie vp die Verticale, und p der Grundpunkt. Die Punkte D und D′, welche um die Entfernung OP vom Hauptpunkte P abstehen, sind die Distanzpunkte oder herabgeschlagenen Gesichtspunkte.

Es gibt für die perspectivische Entwerfung eines Bildes vorzüglich zwei Methoden, die Grundrißmethode und Methode der freien Perspective oder Verschwindungspunktsmethode. Das Wesen derselben soll im Folgenden an einigen Beispielen erläutert werden. Von einem System unter sich paralleler Linien sagt man nämlich, daß sie sich in der

Unendlichkeit erst durchschneiden. Den Punkt in der Unendlichkeit kann man als Schnittpunkt irgendeines Systems paralleler Linien betrachten. Nach der perspectivischen Projection dieses Punktes hin müssen auf der Bildfläche die Projectionen der betreffenden Parallelen zusammenlaufen. Daher heißt er ihr Verschwindungspunkt. Die Perspectiven der Verschwindungspunkte horizontaler Linien liegen im Horizonte (hr, Fig. 28), deshalb sind sich alle in ein und demselben Punkte des Horizontes einer perspectivischen Zeichnung verschwindende Linien, wie z. B. die im Punkte M (Fig. 29) verschwindende wM, uM u. s. w., perspectivisch parallel und horizontal. Die Perspectiven lothrechter Linien, wie aa′, cc′ u. s. w. (Fig. 29) stehen lothrecht auf dem Horizonte (nPM). Da wegen des perspectivischen Parallelismus der Linien wM und uM die Strecken wu, 01, xs, auch mit dem Horizonte parallelen Linien perspectivisch gleich sind, so kann man einen auf der Grundlinie gl in Fußen oder Metern aufgetragenen Maßstab 0, 1, 2, 3 leicht nach irgendeiner andern, mit dem Horizonte parallelen, näher oder entfernter als die Grundlinie gelegenen Richtung xy oder wz transportiren, wenn man durch die Punkte 0, 1, 2, 3 nach irgendeinem Punkte M des Horizontes Linien zieht. Es sind dann xsrt und wuqv die verlangten perspectivisch gleichen Maßstäbe. Soll daher in der Linie ez eine dem verjüngten Maßstabe 0, 1, 2, 3 entsprechende Größe von 2 Metern aufgetragen werden, so mache man ea = wq und ebenso in der Lage fy die Länge fe = xr, in der Grundlinie selbst hi = 02. Ebenso kann man für die verschiedenen Entfernungen vom Horizonte den Maßstab für lothrechte Linien finden. Will man z. B. in a oder c Lothe von ein Meter Höhe errichten, so mache man auf den Lothen aa′ und cc′ das Stück ab = wu und cd = xs. Ueberhaupt werden alle Lothe zwischen an und bn perspectivisch gleich sein. Ein Punkt wie M hebt seiner besprochenen Anwendung zur Theilung horizontaler paralleler Linien wegen der Theilpunkt derselben. Jeder Punkt des Horizontes kann für solche Linien Theilpunkt sein.

Gehen von einem Punkte A im Raume, dessen perspectivische Projection a (Fig. 30) ist, zwei zu einander normale Linien aus, die mit der Bildebene irgend bestimmte Winkel z. B. von 35° und 55° machen, so trägt man diese Winkel, wenn O Gesichtspunkt und P Hauptpunkt ist, bei O an eine zum Horizonte Parallele sl so an, daß sOY = 35° und OZ = 55° wird, dann sind OY und OZ die sogenannten Parallelstrahlen der beiden Normalen und Y und Z ihre Verschwindungs- oder Fluchtpunkte. Die Theilpunkte ihrer perspectivischen Projectionen az und aY (jede hat deren zwei) findet man, wenn man auf dem Horizonte von Z aus den Parallelstrahl OZ nach tz (= Theilpunkt zu Z) und t′z, und von Y aus OX nach ty und t′y (letzteres auf der Verlängerung des Horizontes) überträgt. Als ein Beispiel für obige Auseinandersetzungen möge zunächst die Construction der Perspective eines aus quadratischen Steinplatten bestehenden Fußbodens dienen. Fig. 31 stellt unter ABCE einen Grundriß desselben dar. QR gibt die Stellung der Bildebene an. Durch O und P sind die Orte für Gesichts- und Hauptpunkt gegeben. Der Abstand OP betrage 18 Fuß. Das Auge befinde sich 6 Fuß über dem Fußboden. Die Perspective soll in doppeltem Maßstabe construirt werden. Man zeichne zuerst den Horizont (Fig. 32), nehme darin beliebig den Hauptpunkt P, rechts davon in 18 Fuß Entfernung (nach dem beigefügten Maßstabe) den Distanzpunkt D, 6 Fuß unter dem Horizonte der Grundlinie gl, dann durch P die Verticale Pp (O). Den herabgeschlagenen Punkt O selbst braucht man hier nicht. Auf gl werden von p aus in doppeltem Maßstabe die Punkte N, M u. s. w. in n, m u. s. w. notirt. Zieht man durch diese Punkte nach P Linien, so geben diese die Richtungen ab u. s. w. der mit AB parallelen Steinfugen. Die mit der Grundlinie und AE parallelen erhält man, wenn man bedenkt, daß die Diagonale AC beide Systeme in A, V, W, X, C schneidet. Trägt man daher die doppelte Entfernung PK von p nach k auf, und zieht durch diesen Punkt und D eine Linie, so geben deren Schnitte a, v, w, x, c mit den nach P laufenden Strahlen die Lage der Fugen ae u. s. w. an. Man kann auch zu diesem Zwecke die Größen FS, FE u. s. w. doppelt so groß von F aus auftragen und durch sie von D Linien bis zum Schnitte mit der Linie eP ziehen, oder wenn D zu weit außer der Bildfläche läge, von der halben Entfernung $D/_2$ aus Linien durch die von n aus nicht verdoppelt auf gl aufgetragenen Entfernungen NY, NA u. s. w.

Als zweites Beispiel mögen zwei Parallelepipeda dienen, das eine liegend, das andere stehend. In Fig. 33 sind die geometrischen Grundrisse gegeben, ABCL ist der des liegenden, FGHI der des stehenden. Die Seite der Grundflächenquadrate soll 5 Fuß, die Länge der Körper 12 Fuß betragen. Y (Z) gibt die Stellung der Bildebene an. 24 Fuß vom Hauptpunkte P derselben ist der Gesichtspunkt O. Das Auge soll 9 Fuß über der Grundebene sein. Hierzu sollen nun die Perspectiven im doppelten Maßstabe construirt werden. Es mag die Bildebene, wie in Fig. 34 angedeutet, so beschränkt sein, daß die Distanzpunkte D und zum Theil auch die Theilpunkte t nicht darauf verzeichnet werden können. Zunächst gebe man den Horizont an mit dem Hauptpunkte P, und 9 Fuß darunter durch p die Grundlinie. Dann trägt man auf letzterer pn, pv doppelt so groß als PN, PV (Fig. 33) auf; ebenso ps. Durch $s/_3$ und $D/_6$ findet man i, hieraus g, h und f. Auf v errichtet man die Höhe des Prisma, vv′ schneidet durch Pv′ die Kanten ff′ und gg′ ab und bestimmt dadurch die obere Grundfläche. Für die Perspective des liegenden Prisma (ABCL im Grundriß, Fig. 33) ist zunächst die Perspective a des Punktes A durch die $1/_5$-Distanz construirt, die Kanten ab und al durch die $1/_6$-Distanz (des Raumes wegen nach oben getragen) $PO/_6$. Diese Andeutungen mögen zur Verfolgung der Construction genügen. — Der Aufriß (Fig. 35) und der Grundriß (Fig. 36) eines Monumentes sei gegeben. Durch die Achse A und den Hauptpunkt P geht die Bildebene. 21 Fuß davon ist der Gesichtspunkt O, das Auge in 7 Fuß Höhe. Die Grundflächen aller Theile sind Quadrate, die im Aufrisse durch besondere Buchstaben (B, C u. s. w.), und deren vier Ecken im Grundrisse noch durch 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind. Die Parallelstrahlen (OY, OZ) bilden die im Grundriß angegebenen Winkel. In P (Fig. 37) ist der Hauptpunkt, durch den 7 Fuß tiefer gelegenen Punkt p geht die Grundlinie. Es ist bequem, sich hier einen perspectivischen Hülfsgrundriß ($b^{1\circ}$, $L^{2\circ}$ u. s. w.) in einer (hier etwa $5^1/_2$ Fuß) tiefer gelegenen Hülfsgrundebene zu construiren. Es sind auf den wesentlichen Punkten des Grundrisses Lothe zu errichten, die nöthigen Höhen auf der Achse aa aufzutragen und dann durch den Diagonalpunkt dg, sowie $y/_4$ u. s. w. die Construction zu vollenden.

Als weiteres Beispiel möge folgendes dienen. Fig. 38 ist der Grundriß eines der potsdamer Thorgebäude in Berlin. Aufriß und Höhenmaße sind

aus der perspectivischen Construction (Fig. 39) erkennbar. Für beide sind die Maßstäbe beigefügt. Die Höhe des Auges soll 6 Fuß, die Distanz OP des Gesichtspunktes 75 Fuß sein. Die Buchstaben im Grundrisse und der Construction entsprechen einander wie in den vorigen Beispielen, und die Bezeichnung der Verschwindungspunkte, Theilpunkte, Diagonalpunkte ist die nämliche wie früher. Es soll nur noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß hier auch ein perspectivischer Hülfsgrundriß angewendet ist.

Für die Perspective von durch krumme Linien und gekrümmte Ebenen gebildeten Gestalten mag die perspectivische Construction eines Kreises, eines Kegels und eines Gewölbes dienen. Geht die Bildebene durch den Durchmesser II, IV (Fig. 40) des Kreises, so construirt man zunächst die Perspective des ihn in I, II, III, IV tangirenden Quadrats F, G, H, I. Die Seiten desselben if und gh (Fig. 42) laufen im Hauptpunkte P zusammen. Die beiden andern laufen parallel der Grundlinie und gehen durch die, mit Hülfe von aD bestimmten Punkte f und g. Noch vier andere Punkte (V, VI, VII, VIII, in der Construction 5, 6, 7, 8) findet man, indem man von dem Punkte Q (q^b in dem der Deutlichkeit wegen vergrößerten Quadranten Fig. 41) die Perspective q bestimmt, und durch die Linie Pqw die Punkte 5 und 8 ermittelt, in ähnlicher Weise auch 6 und 7. Die Perspectiven us, tr, rs, tu der Tangenten US, TR, RS, TU laufen nach den Distanzpunkten D. — In Fig. 43 ist durch KGL der Aufriß eines geraden Kegels gegeben, ka in Fig. 44 ist die Perspective seiner Achse KA. P ist hierzu der Hauptpunkt OP = PD = PD′ die Distanz. Die Bildebene soll durch die Achse ka gehen. Man ziehe in der Bildebene den Durchmesser lg der Grundfläche, construire die elliptische Perspective lhgi derselben mittels des einschließenden Quadrats und dessen Diagonalen, und ziehe die als Umrisse auftretenden Kegelseiten als Tangenten von k an die Grundfläche.

Als ferneres Beispiel für perspectivische Darstellung krummer Flächen und Linien diene ein durch zwei sich kreuzende, verschieden gekrümmte Gewölbscylinder gebildeter Gewölbsraum (Fig. 45). In a^o b^o c^o d^o ist der perspectivische Grundriß der beiden sich kreuzenden Cylinder dargestellt. Die mit der Bildebene zusammenfallende Wölbungslinie des einen ist aceb. Der andere hat nur die halbe Spannung. Zieht man vom Scheitel i und einem beliebigen Punkte e Lothe nach i^o und e^o, zieht von i und e, sowie von i^o und e^o Linien nach P und errichtet da, wo die letztern in m^o, h^o, l^o die Diagonalen des Grundrisses schneiden, Lothe bis zum Durchschnitt mit iP und eP in m (dem Durchschnitte der Gratbogen), h und l (andern so gefundenen Punkten der Gratbogen). Die Construction der Gurtbogen ng und kr ist nun leicht ersichtlich.

Construction der Perspectiven der Schattengrenzen.

Wenn ein Körper von einer Seite beleuchtet wird, so werden immer gewisse Theile seiner Oberfläche kein Licht erhalten. Diese mangelnde Beleuchtung gewisser Seiten heißt der Körper- oder Objectschatten. Seine Construction läuft auf die Construction der Schattengrenzen hinaus. Der Raum hinter einem Körper, welcher ebenfalls kein Licht erhält, heißt sein Schlagschatten. Im Raume selbst kann man diesen nicht wahrnehmen, vielmehr erst dann, wenn er durch eine Fläche aufgefangen wird. Die Grenzen des Schlagschattens auf derselben sind Projectionen der Körperschattengrenzen und werden zugleich mit diesen construirt.

In Betreff der Lichtquellen kann man unterscheiden solche mit parallelen Strahlen, wie Sonne und Mond, solche mit divergirenden Strahlen, wie die künstlichen Lichtquellen (Flammen u. s. w.), und solche mit convergirenden Strahlen, wie das von allen Seiten kommende Tageslicht, bei bedeckter Sonne. Hier mag nur ein Beispiel für von einem Punkte (L in Fig. 46) divergirend ausgehende Lichtstrahlen angeführt werden, welche auf eine Kugel, einen liegenden Cylinder, einen stehenden, gespaltenen Cylinder und einen Kegel fallen. P ist der Hauptpunkt, PD die halbe Distanz. Der Fußpunkt der in L befindlichen Kerzenflamme auf der obern Cylinderfläche sei F^1, der auf der Grundebene F und auf der Wandfläche F^2. Die Construction der Körper- und Schlagschattengrenzen geschieht im allgemeinen so, daß mehrere durch die Lichtachse LF und die Körper gehende lothrechte Lichtebenen angenommen, deren Schnittlinien mit den Oberflächen der Körper gesucht und vom Lichtpunkte aus tangirende Strahlen an die Schnittlinie gezogen werden. Die Berührungspunkte derselben sind dann Punkte der Objectschattengrenzen, und ihre Schnittpunkte mit den Schnittlinien Punkte der Schlagschattengrenzen. In der Figur sind zwei solcher Lichtebenen benutzt, deren Schnittlinien wF1 und yFs durch alle Körper zugleich gehen. Noch andere Lichtebenen sind angewandt, um Schlagschattenpunkte der obern Grundfläche des stehenden Cylinders auf der Grundebene, dem Kegel und dem liegenden Cylinder zu finden. Die Details der Construction ergeben sich aus dem Gesagten bei Betrachtung der Figur.

Geodäsie.

Eine andere wichtige Anwendung der Geometrie, und allerdings auch der mathematischen Analysis überhaupt, bildet die Geodäsie, als diejenige Wissenschaft, welche die Erdoberfläche oder beliebige Theile derselben ausmessen und durch Zeichnung darstellen lehrt. Die Geodäsie zerfällt im allgemeinen, je nachdem man nur sehr kleine Theile der Erdoberfläche der Messung unterwirft, oder größere, ganze Länder, Erdtheile und noch mehr umfassende aufnimmt und dabei Rücksicht auf die kugelförmige oder eigentlich nur kugelähnliche (sphäroidische) Gestalt der Erde Rücksicht zu nehmen hat, in die niedere Geodäsie oder Feldmeßkunst und die höhere oder Landmeßkunst. Von beiden soll das Wichtigste hier erwähnt werden.

Vor allem sind die geodätischen Instrumente zu beschreiben, dann die Methoden des Messens und Aufnehmens, und drittens die Art und Weise der Darstellung der Aufnahmen durch Zeichnung. Diese letztere zerfällt wieder, je nachdem Objecte der niedern oder höhern Geodäsie dargestellt werden sollen, in die Topographie (Situationszeichnen) und die Chorographie (Landkartenconstruction). Beide bedienen sich im wesentlichen der von der darstellenden Geometrie gegebenen Projectionsmethoden.

I. Instrumentenkunde.

1) Instrumente zur Bezeichnung von Punkten auf dem Felde. Die einfachsten sind die Absteckstäbe (Jalons, Baken), mäßig starke, mit eisenbeschlagener Spitze versehene Stäbe, die der weiteren Sichtbarkeit wegen in abwechselnden, fuß- oder viertelmeterlangen Strecken weiß und roth oder weiß und schwarz angestrichen sind (Taf. 4, Fig. 1). Für größere Entfernungen braucht man Signalstäbe, die mit einer Scheibe (Fig. 2) oder mit einer Flagge (Fig. 3) versehen sind. Die Zeichenstäbe von Eisen (Fig. 4 u. 5), die gemeinsam an einem Ringe auf-

bewahrt werden, steckt ein Gehülfe beim Messen mit der Kette, jedesmal wenn ein Kettenstab aus der Erde gezogen wird, an die Stelle und ein anderer sammelt sie zur Controle ein.

2) Instrumente zur Distanzmessung. Hier ist zunächst der Distanzmesser auf unebenem Boden zu erwähnen, dessen Beschaffenheit und Anwendung aus Fig. 6 ersichtlich. In Fig. 7 sind ein Paar, meist eine Ruthe lange Meßstäbe dargestellt, welche an den Enden mit rechtwinkelig zueinandergekehrten Metallplatten beschlagen sind, damit sie genau aneinandergeschoben werden können. Zu den gewöhnlichen Zweden braucht man zum Messen eine gefirnißte Schnur oder eine Kette mit fußlangen Gliedern; in Fig. 8 ist das Mittelstück, in Fig. 9 das Ende einer Meßkette dargestellt. Man steckt die beiden Endringe R über Kettenstäbe (Fig. 10), an denen sie auf dem Querstüde ab liegen bleiben, und spannt sie auf diese Weise aus. Bei manchen Messungen von größerer Schärfe braucht man neben dem getheilten Maßstabe noch einen kleinern Hülfsmaßstab, Nonius (Fig. 11). Will man einen kleinsten Theil des Maßstabes noch in Zehntel theilen, so theilt man einen Raum, der gleich neun solcher Theile auf dem Nonius, in zehn. Dann gibt das Zusammenfallen des so- und sovielsten Noniusstriches mit einem Hauptmaßstabtheile an, wie viel Zehntel über einen ganzen Theil noch zu nehmen sind.

3) Instrumente zum Abstecken bestimmter Winkel. Oft hat der Geometer auf dem Felde auf eine Richtung Lothe zu fällen oder solche zu errichten. Dazu bedient er sich am einfachsten des Winkelkreuzes (Fig. 12). Mit der Hülse H wird es senkrecht auf ein Stativ S gesteckt. Visirt man die Stifte a und b in der gegebenen Richtung ein, so gibt die Visur cd die darauf senkrechte Richtung. Die Visuren ab und ad schließen einen Winkel von 45° ein. Bringt man noch einen Stift e so an, daß Winkel oae = 30° ist, so kann man durch die Visuren ao und ae 30°, durch ae und ed 60°, durch ac und oe 75° abstecken. Ebenfalls zur Absteckung rechter Winkel dient die Winkeltrommel (Fig. 13), der Winkelspiegel (Fig. 14) und das Prismenkreuz von Bauernfeind (Fig. 15 u. 16). Die Winkeltrommel wird ebenfalls mit der Hülse E senkrecht auf ein Stativ gesteckt. Der hohle Messingcylinder ABCD enthält mehrere Spalten, sogenannte Dioptern, von denen in der Figur nur a, b, c, d, f sichtbar sind. a, c und f sind enge (Ocular-Dioptern), b und d sind weite Spalten mit einem lothrechten Haar zum Anvisiren (Objectivdiopter). Der engen steht immer eine weite Spalte diametral gegenüber. Der Winkelspiegel und das Prismenkreuz sind nicht zum Stativ, sondern zum Freihandgebrauch. Der erstere (Fig. 14) trägt in einem bei mnpq offenen Messinggehäuse, zwei ebene Glasspiegel a und b, die einen Winkel von 45° bilden. Richtet man im Standpunkte A die Oeffnung mnpq nach einem seitlichen Object B und blickt an der Kante pq vorbei, so sieht man in ihm durch doppelte Spiegelung von b aus das Object B in einer auf AB senkrechten Richtung BC und kann dann zugleich unter a durch die Oeffnung c diese Richtung durch einen mit dem Bilde von B sich deckenden Stab markiren lassen. Das Prismenkreuz (Fig. 15) enthält in einer mit Handgriff versehenen Messinghülse ABCD, die vorn ganz, an den Seiten zum Theil offen ist, zwei rechtwinkelige Prismen P und P', deren Lage aus dem Durchschnitt in Fig. 16 besser ersichtlich ist. Durch die Kathetenseiten BC und B'C' blickt man hinein. Wenn dann von zwei rechts und links mit dem Beobachter in gerader Linie liegenden Punkten Strahlen durch die Kathetenseiten BA und B'A' in die Prismen dringen, werden sie von den beiden Hypotenusenflächen AC und A'C' beide genau in derselben Richtung in das Auge des Beobachters reflectirt, sodaß man auf diese Weise einen mit zwei andern in gerader Linie liegenden Punkt aufsuchen kann. Das Fällen und Errichten von Lothen geschieht ähnlich wie beim Winkelspiegel.

4) Instrumente zur graphischen Verzeichnung von Winkeln. Diese dienen dazu, im Felde abgesteckte Winkel, ohne ihr Gradmaß zu suchen, auf dem Papier zu verzeichnen, und auf dem Papier verzeichnete auf dem Felde abzustecken. Der Meßtisch (schon 1590 von Prof. Prätorius in Altorf bei Nürnberg erfunden) besteht, wie aus Fig. 17 ersichtlich, aus einem ebenen Reißbret, welches mittels eines Verbindungsstücks auf stellbarem dreifüßigen Stativ ruht. Durch die Schrauben des Verbindungsstücks kann das mit Papier überzogene Reißbret (Menseltablat) in horizontale Richtung gebracht und festgehalten werden. Soll ein Punkt des Reißbrets senkrecht über einen Punkt des Feldes gebracht werden, so legt man die Gabel AB (Fig. 18) mit der Spitze A auf den Punkt des Brets und stellt den Tisch so, daß das mit dem hohlen Gegengewicht C balancirende Loth D über den Punkt des Feldes kommt. Das Diopterlineal (Fig. 19) ist ein genaues, bei m e abgeschrägtes Lineal AB, welches in den Ansätzen CD und EF Dioptern ab, a'b' und c'd', cd trägt. Es dient, um abvisirte Richtungen und Winkelschenkel durch Zeichnen mit Bleistift auf den Meßtisch zu übertragen. Bei der zu gleichem Zweck dienenden Kippregel CD (Fig. 26) sind für weiter entfernte Objecte die Dioptern durch das Fernrohr AB ersetzt. Das Stativ des Fernrohrs ist durch die Platte NP und die Schraube x, y, u, w auf der Regel (Lineal) CD befestigt. Der am Nonius pq sich bewegende Gradbogen nn kann gleichzeitig benutzt werden, um kleine Elevationswinkel zu messen.

5) Instrumente zur Bestimmung der Winkel nach Gradmaß. Die Feldbussole (Fig. 21) besteht aus dem Diopterlineal dppd mit darauf befestigtem Kompaß aa nebst Arretirung s, und dem Stativ qq. Die Schrauben v, v, v_1, v_2, v_3, v_4 dienen zur Horizontalstellung. Soll mit der Bussole ein im Felde befindlicher Horizontalwinkel gemessen werden, so stellt man das Diopterlineal erst in den einen, dann in den andern Winkelschenkel ein und liest jedesmal den Stand des Nord- und des Südpols der Magnetnadel auf dem daneben befindlichen, in 360° getheilten Kreise ab. Der Unterschied der beiden Nordpol- sowol als der beiden Südpolstände gibt den gesuchten Winkel. Zur Messung von Höhen oder Elevationswinkeln dient der in Fig. 22 abgebildete Quadrant (Viertelkreis) FED auf der von drei Stellschraubenfüßen getragenen verticalen Säule AB. Die Verticalstellung ist erreicht, wenn das Loth pq auf die Marken mn einspielt. Um den Mittelpunkt o dreht sich das zum Visiren bestimmte Fernrohr GH, das mit dg am Kreisbogen (Limbus) festgeklemmt und durch die Mikrometerschraube fg zugleich mit dem Nonius ab fortbewegt werden kann. Da man bei steilen Stellungen schlecht durch das Fernrohr hindurchblicken könnte, wird das Licht durch eine Oeffnung bei h von einem Prisma seitlich herausgespiegelt. t und s sind Correctionsschrauben. Der Theodolit (Fig. 23) dient dazu, sowol Horizontal- als Verticalwinkel zu messen, und besteht daher wesentlich aus einem Horizontalkreise pp und einem Verticalkreise vv, beide in 360° und deren Unterabtheilungen getheilt. Die auf dem mit zwei diametral liegenden

Nonien und Ablesungslupen vv versehenen drehbaren Kreise aa stehenden Träger bb tragen in den Lagern ll die Achse dd des Fernrohrs gg. q und q′ sind Bremsschrauben, w eine an der Platte t sitzende Mikrometerschraube. Die Achse c ruht auf drei Armen und diese auf den durch die Muttern f gehenden Stellschrauben s. Der Stab k geht durch das Stativ p, auf welchem das Instrument durch die mit der Mutter m zu spannende Spiralfeder u festgehalten wird. Durch ein an den Haken x gehängtes Loth kann man die Aufstellung über einem gewissen Punkte bewirken.

6) Nivellirinstrumente. Um eine Fläche, z. B. die Meßtischplatte, horizontal zu stellen, braucht man die Libellen. Die Röhrenlibelle (Fig. 24) ist eine an der obern Seite innen ganz schwach gewölbte Röhre, sodaß eine Luftblase, welche beim Füllen der Röhre mit Flüssigkeit darin gelassen wurde, in horizontaler Lage oben in der Mitte der Röhre bei o stehen bleibt. In der Construction (Fig. 24) ist die oben offene Messingfassung der Libellenröhre bei AB im Scharnier beweglich, bei D durch die Stellschraube C regulirbar. Bei der Röhrenlibelle muß man die Horizontalstellung in zwei aufeinander senkrechten Richtungen der Libelle vornehmen, bei der Dosenlibelle ABCDc (Fig. 25) genügt eine Stellung der Libelle. Will man die Höhe eines Punktes mit der des Standpunktes vergleichen (nivelliren), so richtet man die Dioptern des Nivellirinstruments (s. unten) auf eine in Zolle oder Centimeter getheilte Nivellirlatte (Fig. 26), die ein Gehülfe an den Handgriffen M haltend vertical aufsetzt.

Die Nivellirlatte (Fig. 27) mit verstellbarer Visirscheibe ist für größere Niveaudifferenzen. Um den Neigungswinkel einer Böschung zu bestimmen, dient die Bergwage (Böschungsmesser) in Fig. 28, mit den Füßen Aa, Bb setzt man sie auf eine auf die Böschung gelegte Latte. Das vom Scheitel C herabhängende Loth F hängt bei o° Neigung in der Mitte O des Gradbogens DE. Jede andere Neigung wird durch den Stand des Lothes angegeben. Auf dem Princip der communicirenden Gefäße beruht die mit Wasser bis x, y gefüllte Kanalwage (Fig. 29) und die Quecksilberwage (Fig. 30). In das Querrohr AB der Kanalwage sind bei a und b Glasröhren eingekittet und bei b und d mit Kappen geschlossen. Mit der Hülse C und der Schraube f wird sie auf ein Stativ gesetzt und dann durch Visiren über x, y die wagrechte Richtung beobachtet. Bei der Quecksilberwage visirt man durch die Dioptern α, β auf den Würfeln C und D. Diese schwimmen auf dem Quecksilber der Gefäße A, B, die durch den Raum xx communiciren. Das Quecksilber bewahrt man gewöhnlich in dem mit der Schraube v verschlossenen Raum Z auf, die Diopterwürfel in den Räumen FF. Die Nivellirdiopter (C, D, C′, D′, Fig. 31) mit Libelle (EF) geben etwas genauere Visuren. Der Träger AB der Libelle ruht auf dem Gelenke G und der durch die Feder c vor todtem Gange bewahrten Stellschraube HI. Der Stativbalk b kann auch durch die Schrauben aaa vertical gestellt werden. Bei größern Entfernungen, überhaupt auch für größere Genauigkeit, genügt das Absehen der Horizontalrichtung durch bloße Dioptern nicht. Man braucht dann ein Nivellirinstrument mit Fernrohr. Eine der besten Einrichtungen zeigt Fig. 32. Das mit Fadenkreuz versehene Fernrohr FF, dessen Achse parallel mit der bei xx aufgesetzten Libelle BE läuft, liegt mit seiner Achse L in den von der Säule E getragenen Lagern, und wird darin von den durch die Schrauben s, s′ befestigten Schließen S festgehalten. Die Stellung des Fernrohrs kann durch die durch die Gewinde G, G′ gehende, mit der am Zeiger z vorbeigehenden Trommel T versehenen Mikrometerschraube C regulirt werden. Mit der Schließe S verbunden sind zwei mit den Nonien versehene Gradbogen, welche zugleich als Verticalkreis für Höhenwinkelmessungen dienen können. Die Nonien werden durch die Stellschräubchen ee′ regulirt. Die Säule B steht auf einem mit Nonius versehenen Horizontalkreise und das Ganze befindet sich auf einem Stativ ähnlich dem des Theodoliten (Fig. 23).

7) Preßler's Meßknecht als Universalinstrument. Dieses von Hofrath Preßler in Tharand construirte Tascheninstrument ist ein im Verhältniß zu seiner universellen Verwendbarkeit zum Nivelliren, Messen von Horizontal- und Verticalwinkeln, sowie als Winkelkreuz und Böschungsmesser u. s. w. noch gar nicht genügend bekanntes und verbreitetes Hülfsmittel für alle messenden Praktiker, besonders aber auch für den Pädagogen, denn es ersetzt für die meisten Schulen vollständig theurere Feldmeßapparate und kann dabei jedem einzelnen Schüler in die Hand gegeben werden (Fig. 33—37). In etwa $^1/_{11}$ der natürlichen Größe ist der aus gut planirter, gefirnißter Pappe gefertigte Meßknecht völlig ausgebreitet in Fig. 33 dargestellt. Die Inschriften deuten den Inhalt der auf ihm zugleich befindlichen Tabellen an. Die Rückseite enthält eine vollständige fünfstellige Logarithmentafel von 1 bis 9999 nach der Maßstab- oder Scalenmethode. In der Mitte zusammengeklappt, wird der Meßknecht im Futteral oder der Brieftasche aufbewahrt. Zum Messen u. s. w. wird er in der aus Fig. 34 ersichtlichen und durch Vergleichung der Buchstaben A, B, C u. s. w. leicht verständlichen Weise zusammengeklappt, vorher aber durch in die Oeffnung a, b, d u. s. w. gesteckte Visirstifte (oder auch Dioptern) armirt. Diese Stifte und Dioptern u. s. w. führt man in einem Pappkästchen (dem Zeughäuschen), oder will man den Knecht nicht aus freier Hand, sondern am Stativ gebrauchen, in dem hohlen abschraubbaren Handgriff BC des Stativstocks (Fig. 35 und 36) bei sich. Ist dieser Griff bei A entfernt, so kehrt man die drei Beine zunächst nach oben und kehrt dann das Ganze um, daß das verborgen gewesene Stück Aa nach oben kommt. Nachdem man die Mutter a (Fig. 36) entfernt und das Gelenk bei b rechtwinkelig gebogen, steckt man den Knecht mit der Oeffnung h (Fig. 33) daran und preßt ihn mit der Mutter wieder fest. Man kann dann durch ein leichtes, aufgesetztes Diopterlineal DD Horizontalwinkel, und durch den Stand des Pendels an der Seitenwand Verticalwinkel messen. Durch Visiren über die Stifte ba und bd (Fig. 34) kann man das Winkelkreuz ersetzen, und durch Visiren über die Stifte e und g, während der Pendel auf o° steht, kann man nivelliren. Durch Beobachtung des Pendelstandes, während die Sonne den Schatten des Stiftes g in der Richtung ge wirft, kann man die Sonnenhöhe bis auf $^1/_{10}$ Grad genau messen und daraus durch leichte Rechnung den Gang der Uhr berichtigen. Eine Höhenwinkelmessung durch den Meßknecht zur trigonometrischen Berechnung einer Baumhöhe ist auch in Fig. 59 angedeutet.

8) Instrumente zur Reduction und Ausmessung aufgenommener Flächen. Der Pantograph oder Storchschnabel (Fig. 38) dient zur Reduction von Zeichnungen, besonders Karten und Plänen auf irgendeinen gegebenen Maßstab. Vier Lineale sind durch Gelenke bei A, B, E, F miteinander verbunden, und während das Ganze sich um eine in den Tisch fest eingestochene Spitze drehen kann, beschreibt der bei D befestigte Stift den reducirten Plan mn, sobald man den Fahrstift G auf den Contouren des Originalplans MN herumführt. Die Punkte CD

und G müssen immer in gerader Linie liegen. Die proportionirte und parallele Bewegung der Punkte D und G beruht auf der Aehnlichkeit der Dreiecke CBD und CAG und das Verhältniß der beiden Maßstäbe ist wie CB zu CA. Durch Verschiebung der Stifte C, D und G an ihren Linealen kann das Verhältniß nach Belieben hergestellt werden. Vertauscht man den Fahrstift G und den Zeichenstift D, so kann man von einem Originale m n eine Vergrößerung M N herstellen. — Will man den Flächeninhalt irgendeines völlig unregelmäßig begrenzten Terrainstücks auf einer Karte unmittelbar auf derselben ausmessen, so bedient man sich eines Planimeters, von denen das Amsler'sche Polarplanimeter (Fig. 39) das beste ist. Hier kann nicht die Theorie des Instruments gegeben, nur seine Anwendung gezeigt werden. Das in der Hülse H auf Reibung sitzende Lineal A trägt den Fahrstift F, mit welchem man den Umfang Z der zu messenden Fläche umfährt. Das an der verticalen Achse C drehbare Lineal B trägt die Spitze oder den Pol E, welcher in das Papier festgestochen wird. Die in 100 Theile getheilte Rolle D, deren ganze Umdrehungen am Rädchen G und deren Theilumdrehungen am Nonius abgelesen werden, gibt durch ihre Umdrehungszahl den Inhalt der umfahrenen Fläche an. Je nachdem man das oben mit Maßstab versehene Lineal A bei m mehr oder weniger weit in die Hülse schiebt, kann man den Maßstab für die Angaben des Planimeters ändern.

II. Messen und Aufnehmen.

1. Elementare Aufgaben.

Die einfachste Aufgabe ist die des Messens einer geraden, abgesteckten Linie durch Maßstäbe, Meßschnuren oder Meßketten. Dies muß natürlich mit weit mehr Vorsichtsmaßregeln geschehen, wenn es die Standlinie einer Landestriangulation ist, als wenn man nur eine Flur aufnimmt. Die auf Meßtischplatten horizontal aufgelagerten Maßstäbe (Taf. 4, Fig. 7) müssen ganz genau mit der Kante bc an d und dann wieder mit ef an a stoßen, und stets genau in gerader Linie bleiben. Mit den Abweichungen aus denselben steht der Messungsfehler im quadratischen Verhältniß, mit der Zahl der Stab- oder Kettenlängen ist er einfach proportional. Bei der Kette ist auch zu beachten, daß sie bei auch noch so starker Anspannung nie eine gerade, sondern stets eine krumme, sogenannte Seil- oder Kettenlinie bildet. Dieser Fehler steht im umgekehrten einfachen Verhältniß zur Länge und im directen quadratischen zur Senkung der Kette. Da man in Karten stets die auf den Horizont AB (Fig. 43) reducirte Entfernung zweier Punkte AG angibt, so bedient man sich zu Messungen auf unebenem Terrain des in Fig. 6 angegebenen Meßapparats in der aus Fig. 43 ersichtlichen Weise, indem man die horizontalen Abstände e, d, c, b, a der Punkte G, F, E, D, C, A ermittelt und addirt. — Um auf einer gegebenen Linie AB (Fig. 41) in einem Punkte C ein Loth zu errichten, befestigt man die Enden der Kette in a und b gleichweit von C, faßt dann die Mitte derselben und spannt sie bis nach c, dann ist cC das Loth. Oder man stellt den Meßtisch über c (Fig. 41) auf, visirt ab in der Richtung AB ab, construirt auf dem Meßtische das Loth cd und läßt in der Collimationslinie (Absehelinie) cd in D einen Stab einsetzen. Dieselbe Construction läßt sich auch mit Winkelkreuz, Winkeltrommel u. s. w., vorzüglich auch mit Preßler's Meßknecht ohne oder mit Stativ ausführen. — Will man eine gerade Linie zwischen zwei durch einen Wald getrennten Punkten A und B (Fig. 42) abstecken, so zieht man von C aus auf dem Meßtische mit dem Diopterlineal die Richtungen CA und cB, von D aus die Richtungen dA und dB, und erhält dadurch die Punkte a und b. Trägt man dann auf dem Felde in A an AC den Winkel cab an, so kann man den gefundenen Schenkel in den Wald hinein verlängern und muß schließlich in B eintreffen. — Um gerade Linien zu messen die entweder nicht ganz oder auch gar nicht zugänglich sind, kann man wie folgt verfahren. Sind die Punkte A und B (Fig. 44) durch ein Hinderniß, etwa Wasser, getrennt, so trägt man den Entfernungen AC, CC proportionale Stücke aC, bC auf dem Meßtische in den betreffenden Richtungen auf, dann ist AB so viel mal größer wie ab, als ac in AC enthalten ist, wegen Aehnlichkeit der Dreiecke Cab und CAB. — Ist der eine Punkt B (Fig. 45) wol sichtbar aber nicht zugänglich, so stellt man durch Einvisiren von A und C aus wiederum ein solches ähnliches Dreieck Cab her und berechnet AB aus ab. — Sind beide Punkte A und B (Fig. 46) nicht zugänglich, so wird durch ein ähnliches Verfahren wie in Figur 42 ein dem Viereck ABCD ähnliches abcD verzeichnet und AB durch ab gemessen.

2. Horizontale Aufnahmen.

A. Aufnahme einzelner Punkte. Die Bestimmung eines Punktes C (Fig. 47) durch Vorwärtseinschneiden geschieht, wenn man von A aus B und C einvisirt und die Richtungen zieht, dann AB im verjüngten Maßstabe als Ab (= aB) aufträgt; hierauf b über B und aB in die Richtung AB stellt, die einvisirte Richtung BD zieht und dadurch c erhält. Das Dreieck aBc ist ähnlich ABC. Stellen dagegen die Punkte a und b (Fig. 44) auf dem Meßtische die schon aufgenommenen Punkte A und B vor und begibt man sich, weil in A und B der Meßtisch vielleicht nicht aufgestellt werden kann, nach dem noch aufzunehmenden Punkte C, und construirt man von dort aus sein Bild c mit Hülfe der Richtungen aA, bB, so hat man den Punkt durch Rückwärtseinschneiden aufgenommen. Kann man den Punkt C (Fig. 48) nicht von A und B, aber von einem seitlich gelegenen Punkte D aus einvisiren, und bestimmt man dadurch seine Lage c, so hat man ihn durch Seitwärtseinschneiden aufgenommen. Hierher gehört auch die von Snellius schon behandelte, später nach Pothenot benannte, Pothenot'sche Aufgabe, die Lage eines Standpunktes D (Fig. 49) gegen drei bekannte und in a, b und c verzeichnete Punkte A, B und C zu bestimmen. Hat man die richtige Stellung des Meßtisches gefunden, so müssen sich die Visirlinien aA, bB, cC alle in einem Punkte D, und nicht etwa in zwei verschiedenen D und D' schneiden.

B. Aufnahme ganzer Figuren (eigentliches Feldmessen). Man kann dabei folgende verschiedene Methoden anwenden. 1) Die Umfangs- (Perimeter-) Methode. Man messe die Seiten a = AB (Fig. 50), b = BC u. s. w. und die Winkel α, β, γ u. s. w. 2) Die Diagonalmethode. Man mißt alle Seiten AB u. s. w. (Fig. 51) und alle von einer Ecke z. B. A ausgehende Diagonalen, zur Controle vielleicht auch noch einige andere (hier punktirt). Dadurch sind alle Theildreiecke des Polygons bestimmt. 3) Die Triangulirmethode (Fig. 52). Man mißt eine Standlinie AB und bestimmt von dieser aus zunächst die Punkte C und D. Andere Punkte, wie etwa E, findet man, indem man eine in einem schon aufgenommenen Dreieck (etwa ABC) ermittelte Seite (BC) als Standlinie benutzt. 4) Die Coordinatenmethode (Fig. 53). Man legt durch das Polygon irgendeine beliebige passende Richtung AE als Coordinatenachse,

bestimmt auf dieser die Lage der Fußpunkte B′, C′, u. s. w. der von den Ecken B, C, D, F, G gefällten Lothe, und mißt diese Lothe selbst, so hat man durch die Zerfällung des Polygons in lauter Dreiecke und Paralleltrapeze ebenfalls wieder alle Stücke zur Berechnung oder Verzeichnung des auf dem Felde gegebenen Polygons. 5) Die Polarmethode (Fig. 54). Man nimmt einen beliebigen Punkt O an und mißt dessen Entfernungen OA, OB u. s. w. von den Ecken des Polygons ABCDEFG, sowie die Winkel α, β, γ u. s. w., so hat man ebenfalls alle Stücke zur Bestimmung des Polygons. — Aufnahme einer kleinen Flur. Will man eine kleine Flur, wie eine solche etwa in Fig. 56 dargestellt ist, aufnehmen, so hat man zunächst das Terrain zu recognosciren, d. h. die Punkte I, II, III u. s. w. zu suchen und festzusetzen, welche zur Aufstellung der Instrumente u. s. w. am geeignetsten sind. Hierauf mißt man, wenn man nach der Triangulirmethode verfahren will, eine Standlinie und bestimmt von dieser aus die Lage und Entfernung der markirten Punkte, sodaß man ein Netz erhält, wie in Fig. 55. Für die Aufnahme weiterer Details, sowie auch für die Festlegung krummliniger Grenzen, verfährt man, wie für die Linie I, X in vergrößertem Maßstabe in Fig. 57 angedeutet ist, nach der Coordinatenmethode. — Die eigentliche Darstellung von Aufnahmen durch Zeichnung wird weiter unten besprochen werden. Auf die noch unentschiedene Controverse, ob eine geneigte Fläche mehr Ertrag an Halmfrüchten u. s. w. liefert (Fig. 58) als ihre entsprechende Horizontalprojection, nimmt die Geodäsie keine Rücksicht, sondern bestimmt den Flächeninhalt stets nur nach der Größe der Horizontalprojection.

3. Verticale Messungen.

Durch die Horizontalprojection allein ist die Lage eines Punktes noch nicht genau bestimmt. Er kann sich in derselben verticalen Linie in verschiedenen Höhen befinden. Rechnet man die Höhe vom Meeresspiegel aus, so heißt sie absolute Höhe, relative dagegen, wenn man von irgendeiner andern horizontalen Ebene aus rechnet. Die Ermittelung beider heißt Höhenmessung oder Hypsometrie, und zwar im engern Sinne, wenn der verticale Abstand der beiden zu vergleichenden Punkte groß ist im Verhältniß zu ihrem horizontalen Abstande. Ist letzterer groß gegen erstern, so nennt man die Operation Nivelliren. Das Höhenmessen kann übrigens sein ein trigonometrisches, wenn man die zu messende Höhe als Seite eines Dreiecks betrachtet, von dem eine genügende Anzahl Stücke bestimmbar sind, oder ein barometrisches, wenn man die Höhenberechnung auf die Beobachtung der Barometerstände an beiden Stationen gründet. Hier kann natürlich nur von ersterm die Rede sein.

A. Trigonometrisches Höhenmessen. Soll die verticale Erhebung eines Punktes A (Fig. 59 und 60) über einer horizontalen Ebene bestimmt werden, so kommt es darauf an, ob der Fußpunkt seiner Höhe zugänglich ist (Fig. 59) oder nicht (Fig. 60). Im ersten Falle mißt man einen Abstand DE = BC = b und den Winkel α. Dann hat man nach den Lehren der Trigonometrie, AB = b tg α, wozu man, um die ganze Höhe AD zu erhalten, noch die Höhe des Auges CE = BD addirt. Ist wie in Fig. 60 der Fuß B der Höhe AB unzugänglich, so mißt man eine zugängliche, horizontale Standlinie CD und die Winkel α und β. Aus dem so bestimmten Dreiecke DCA berechnet man AD oder AC und findet dann die Höhe AB = AC sin α oder = AD sin β.

Correction von Höhenmessungen wegen der Erdkrümmung. Liegen der Standpunkt a (Fig. 61) und der Fußpunkt b der zu bestimmenden Höhe Eb so weit voneinander, daß die lothrechten Richtungen aC und bC nach dem Erdmittelpunkte C nicht mehr als parallel betrachtet werden können, so hat man es schon mit einem Problem der höhern Geodäsie zu thun. Wäre AB der Meeresspiegel, so wäre AB auch der wahre Horizont für A; der scheinbare wäre die Tangente AD. Die Erhöhung DB des scheinbaren über dem wahren beträgt bei einer Entfernung AB = 3568 Meter schon 1 Meter. Sind a und b Punkte der Erdoberfläche, so sei für a der wahre Horizont ab, der scheinbare die Tangente ad. Der gemessene Höhenwinkel e (sein Complement ist die Zenithdistanz z) ist dann zu klein gefunden um den Winkel dab, und dieser ist als Tangentenwinkel halb so groß als der Centriwinkel ϰ bei C. Aus dem so corrigirten Höhenwinkel bae kann man nun die relative Höhe bE über ab berechnen; die absolute Höhe BC über dem Meeresspiegel AB findet man, wenn man die Höhe aA (= bB) des Punktes a oder b über dem Meeresspiegel dazu addirt.

Correction wegen der Strahlenbrechung. In Fig. 62 ist C wieder der Erdmittelpunkt, A und B zwei Punkte der Erdoberfläche, Z und Z′ deren Zenithrichtungen und D ein senkrecht über B gelegener Punkt. Da die Luftschichten nach unten zu immer dichter werden, so erscheint D in A nicht in der Richtung AD, sondern, da der von D nach X kommende Lichtstrahl in einer krummen Linie geht, in der Richtung der an diese gelegten Tangente AD′, also in D′. Der Winkel DAD′ = ς ist die Correction wegen der atmosphärischen Strahlenbrechung oder Refraction, und man hat ihn zu der scheinbaren Zenithdistanz z zu addiren oder vom Elevationswinkel HAD′ abzuziehen. Dieser ist natürlich zugleich wegen Erdkrümmung um den Winkel BAH (= ½φ) zu vermehren. Die Größe der Refraction ς findet man, wenn man den Zenithdistanzwinkel φ mit dem empirisch aus vielen Beobachtungen gefundenen Coëfficienten 0,0685 (nach Bessel) multiplicirt.

B. Nivelliren. Will man den Höhenunterschied (hier auch Gefälle oder Steigung genannt) zweier entfernter Punkte durch Nivellement finden, so kann man folgende beide Methoden anwenden.

1) Das Nivelliren aus den Endpunkten. Man stellt in A (Fig. 63) das Nivellirinstrument auf, mißt die Höhe des Auges Aa, stellt in F die Nivellirlatte auf und bestimmt durch Vision den Punkt f; dann ist das gesuchte Gefälle = Ff — Aa. Ist F für das directe Visiren zu weit entfernt, so nimmt man mehrere Zwischenstationen B, C, D, E an, und bestimmt deren Gefälle Bb′, Cc′, Dd′, Ee′, Ff′. Das Gesammtgefälle ist dann gleich der Summe der letztern.

2) Das Nivelliren aus der Mitte. Man stellt das Instrument der Reihe nach ungefähr in der Mitte a, b und c (Fig. 64) zwischen den Stationen A, B, C, D auf und visirt jedesmal vor und zurück. Hierauf bildet man die Summe aller Vorvisuren Bβ + Cγ + Dδ und zieht davon die Summe aller Rückvisuren Aα + Bβ′ + Cγ′ ab. Der Unterschied beider Summen gibt das Gefälle zwischen A und D. Erstreckt sich ein Nivellement weit, so muß natürlich auch die Correction wegen Krümmung der Erde angebracht werden.

4. Triangulation für größere Aufnahmen und Gradmessungen.

Wenn man zu den Zwecken einer Landesvermessung oder Gradmessung ein großes Dreiecksnetz, z. B. ABCD u. s. w. (Taf. 5, Fig. 3) entworfen, d. h. die eine weite Fernsicht gewährenden Eckpunkte A, B, C u. s. w.

durch weithin sichtbare feste Signale markirt hat, so ist die direct gemessene Basis in der Regel viel kleiner als die großen Dreiecksseiten, und man ist genöthigt, eine der letztern möglichst scharf durch ein sogenanntes Multiplicationsnetz aus der gemessenen Basis abzuleiten. Man wendet dazu gewöhnlich ein Netz von der in Fig. 1 dargestellten Form an, wo zunächst aus der gemessenen Basis AB durch Winkelmessungen bei A und B die Punkte C und D bestimmt werden, dann von der Grundlinie CD aus die Linie EF, und von dieser wieder aus eine noch größere Seite GH bestimmt werden kann. Man macht die hierbei gebildeten Dreiecke möglichst gleichseitig, weil bei solchen ein Fehler in der Winkelmessung den geringsten Fehler bei Bestimmung der Seiten zur Folge hat. Hat man schon von einem Endpunkte der Basis AB (Fig. 2), z. B. von A aus, eine genügende Fernsicht, so könnte man auch ein Multiplicationsnetz von der in Fig. 2 ersichtlichen Form anwenden. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, wie mit Hülfe einer Triangulation (ABCDEF) eine Meridiangradmessung vorgenommen werden kann. Hat man nämlich die Seiten und Winkel dieser Dreiecke ABC, BCD u. s. w. bestimmt und den Winkel, den der durch A gehende Meridian SN mit der Seite AB macht, gemessen, so kennt man die Winkel, die er mit den von ihm geschnittenen Seiten AB, BC, CD, DE und EF bildet. Hieraus kann man die Größe der mit dem Meridian parallelen Projectionen AB′, BC′, CD′, DE′, EF′ dieser Seiten berechnen; die Summe derselben ist gleich dem Meridianbogen AG. Hat man noch in A und F Polhöhenbestimmungen vorgenommen, so kennt man auch das Gradmaß des gemessenen Bogens AG.

III. Darstellung der geodätischen Aufnahmen durch Zeichnung.

A. Topographie.

1) Orthogonale Projection. Die Topographie beschäftigt sich mit Darstellung von Stücken der Erdoberfläche, bei denen die Krümmung derselben nicht in Betracht kommt. Die Horizontalprojection heißt Situationsplan oder Grundriß; hat man bei Terraindarstellungen noch einen Aufriß nöthig, so nennt man diesen Profil.

Die Ausführung des Plans beginnt man durch Eintragung der durch Triangulation oder sonstwie ermittelten Punkte. Hieran schließt sich die weitere Eintragung der Details. Die die Grenzen der einzelnen Objecte darstellenden Bleistiftlinien überziehe man sauber mit schwarzer Tusche. Die weitere Ausführung geschieht entweder mit ebensolcher Tusche (schwarze Manier) oder mit Farben. Bei der schwarzen Manier hat man für Darstellung der Objecte gewisse conventionelle Zeichen gewählt. So stellt auf Taf. 5 Fig. 4 u. 5 Gras dar, Fig. 6 Sand, Fig. 7 stehendes Wasser, Fig. 8 Heideland, Fig. 9 nassen Boden mit Graswuchs, Fig. 10 fließende Wässer, Fig. 11 Laubholz, Fig. 12 Nadelholz, Fig. 13 verschiedene Arten von Wegen (a Heerstraße, b Chaussee, c Poststraße, d Eisenbahn, e Landstraße, f Fahrweg, g Knüppeldamm, h Steinpflaster, i Feldweg, k Fußpfad), Fig. 14 Gebäude in kleinerm und größerm Maßstabe, Fig. 15 desgleichen nebst Ackerland, Fig. 16 Landesgrenzen, Fig. 17 Kreisgrenzen, Bezirksgrenzen, Weichbildsgrenzen, Flurgrenzen u. s. w., Fig. 18 Poststationen, Fig. 19 Mühlen, Fig. 20 Berg- und Hüttenwerke.

Bei Ausführung der Pläne mit Farben macht man Gebäude blaßroth, Wiesen mattgrün, Sommerfelder blaßgelbgrün, Winterfelder blaßrothbraun, Wälder mit Mischung von schwarzer Tusche und rothem Karmin, Wege braun, Gewässer blaßblau u. s. w.

Will man auch die Höhenentwickelung des Terrains darstellen, so kann man verschiedene Hülfsmittel benutzen. Entweder man denkt sich eine Anzahl paralleler gleichweit (etwa je 10 oder 100 Meter) voneinander abstehender Ebenen und zeichnet (auf Grund möglichst zahlreicher Nivellements und Höhenmessungen) die Durchschnittslinien dieser Ebenen mit den Unebenheiten des Terrains. Man nennt sie Niveaulinien oder Niveaucurven. In Fig. 21 sind ab, cf, de solche, eine Erhebung von je 100 Meter ausdrückende Niveaucurven. Die Darstellung gewinnt jedoch sehr an Deutlichkeit, wenn man zu gleicher Zeit noch senkrechte Terraindurchschnitte oder Profile entwirft, wie in Fig. 21 das Profil AC′D′E′F′B. CC′ entspricht also einem Maßstabe von 100 Metern. Meist stellt man Höhen des Profils in größerm, gewöhnlich 10mal größerm Maßstabe dar, als seine horizontalen Erstreckungen. Ein anderes Hülfsmittel, die Höhenverhältnisse auf einem Plane dem Auge sichtbar zu machen, bieten die überall auf den Niveaucurven senkrecht stehenden Böschungslinien (Fig. 22). Will man nun die Höhe irgendeines auf dem Abhange gelegenen Punktes p durch die Böschungslinie ermitteln, so muß zunächst auf einer derselben (hier der am weitesten rechts gelegenen) ein Höhenmaßstab aufgetragen sein. Zieht man dann durch p die alle Böschungslinien senkrecht durchschneidende Niveaucurve qpr, so gibt die Lage des Punktes r auf dem Maßstabe die gesuchte Höhe.

Die für die Uebersichtlichkeit der Höhenverhältnisse beste, nur wegen der Mühsamkeit der Ausführung etwas schwierige Methode der Bergbezeichnung und der Terrainsteigung überhaupt ist die vom sächsischen Major Lehmann ersonnene Benutzung der Böschungslinien. Sie beruht auf dem Satze, daß die Beleuchtungsstärke einer Fläche dem Cosinus des Steigungswinkels dieser Fläche proportional ist, also für senkrechte Incidenz auf der horizontalen Fläche am stärksten, auf der verticalen gleich Null sein muß. Man könnte daher die verschiedenen Steigungen von 0° bis 90° durch verschieden helle bis dunkelste Färbung der betreffenden Fläche ausdrücken, was man für das Auge dadurch erreicht, daß man die betreffende Fläche mit Böschungslinien bedeckt in Form einer sogenannten Schraffirung mit mehr oder weniger weißen Zwischenräumen, je nach dem Grade der Steigung der Fläche. Da aber Steigungen über 45° nur in ganz einzelnen Fällen vorkommen, so hat Lehmann nur die Steigungen von 0° bis 45° durch allmähliche Abschattirung von Weiß in Schwarz ausgedrückt, alle Steigungen von 45° und darüber durch Schwarz. Fig. 23 gibt den Lehmann'schen Böschungsmaßstab. Die unterste Spalte gibt die von 5 zu 5° steigende Steigung, die drei obern die dazu gehörige Vertheilung von Licht und Spalten. Dabei ist es an sich gleichgültig, ob die schwarzen Striche mehr oder weniger stark sind, wie die der ersten, zweiten oder dritten Spalte, aber es ist gut sie so zu machen, daß sie in größerer Ferne den Eindruck gleichmäßiger Schattirung machen, in der Nähe jedoch das Verhältniß von Weiß und Schwarz genau taxiren lassen. Einige Gradationen mehr als die Lehmann'sche hat die Müffling'sche oder (preußische) Generalstabsmanier. In Fig. 24 ist durch ein Beispiel gezeigt, wie die verschiedene Böschung des Terrains durch die Strichmanier ersichtlich gemacht wird.

2) Centrale Projection. Zuweilen benutzt man zur topographischen Terraindarstellung auch diese Projectionsart, und zwar bei der sogenannten Vogelperspective und dem Panorama.

Vogelperspective. Auf einem Plane des so darzustellenden Terrainstücks (z. B. einer Ortschaft,

Fig. 25) nimmt man einen außerhalb des Ortes BJ gelegenen Punkt A und denkt das Auge in einer senkrechten Erhebung AL über diesem Punkte. Man wählt den Punkt A und die Höhe AL am besten so, daß die Richtungslinien LB und LJ (nach dem vordersten und hintersten Punkte des hauptsächlich darzustellenden Terrainstücks) respective Winkel von ungefähr 45° und 22½° mit dem Horizonte einschließen. Dann denkt man sich in B senkrecht auf AB die Zeichnungsfläche errichtet, wie verkleinert bei A′b′ durch b′m′ angedeutet ist (m′ ist der Horizont), und entwirft dann auf dieser Bildfläche nach den Regeln der Perspective die in Fig. 26 ausgeführte sogenannte Vogelperspective. Die arabischen Ziffern und kleinen Buchstaben entsprechen den römischen Ziffern und großen Buchstaben von Fig. 25.

Panorama. Für dieselbe Ortschaft ist in Fig. 27—29 die Construction des Panorama durchgeführt. Man nimmt innerhalb des panoramatisch darzustellenden Terrains einen passenden Punkt A (Fig. 27) an, und denkt sich auf BBBB einen Cylinder als Bildfläche errichtet. In Fig. 28 sind Bh, Bh die Durchschnitte der Cylinderwand, und Fig. 29 stellt die ganze, zu einer Ebene ausgebreitete Cylinderoberfläche BBhh dar. Der Ort des Auges ist in passender Höhe Aa (Fig. 28) über A; hh (Fig. 28 und 29) gibt dann den Horizont. Die concentrischen Kreise mit den Radien AI, AII u. s. w. die man auf dem Plane (Fig. 27) zieht, projiciren sich auf der Cylinderwand (Fig. 28) als Kreise in der Höhe 1, 2 u. s. w. und erscheinen auf der aufgewickelten Fläche als mit dem Horizont parallele Gerade 1, 2 u. s. w. Die Radien A0°, A90° und alle dazwischenliegenden erscheinen in Fig. 29 als verticale Parallelen. Innerhalb des so in letzterer Figur erhaltenen (dem in Fig. 27 befindlichen entsprechenden) Netzes läßt sich leicht die Construction der Details vollenden.

B. Chorographie.

Die Aufgabe der Chorographie, auch Mappirungskunst oder Land- (resp. Himmels-, Mond- u. s. w.) Kartenconstruction ist es, Bilder einer ganzen Kugeloberfläche, oder doch von so großen Theilen derselben, daß deren Krümmung nicht vernachlässigt werden darf, so auf einer Ebene zu entwerfen, daß diese Bilder dem Originale so ähnlich als möglich sind, oder doch wenigstens dem Zwecke genügen, den man mit der Darstellung erreichen will. Völlig entsprechend kann das Bild dem Originale hier nie sein, da man eine Kugelfläche nicht zu einer Ebene ausbreiten kann. Man bedient sich hierbei irgendeiner Projectionsmethode, und es läßt sich die Aufgabe im allgemeinen wie folgt auffassen. Durch den Mittelpunkt einer Kugel (Taf. 5, Fig. 30) geht ein bis A und B beliebig verlängerter Durchmesser ZE. In A ist der Ort des Auges, Z der Punkt der Kugelfläche, der in der Mitte der Karte projicirt werden soll, P der Pol und M ein beliebiger Punkt der Kugelfläche, dessen Projection m auf der in B auf AB senkrechten Bildebene mnBp construirt werden soll. Ist dann pBn die Projection des ersten Meridians PZE, und betrachtet man diese als Abscissenachse, sodaß Bn = x und nm = y als Coordinaten von m betrachtet werden, so kann man diese ausdrücken durch die Entfernung AC (= a) des Auges A vom Kugelmittelpunkt C, durch die Entfernung AB = b des Auges von der Projectionsebene, ferner durch Winkel ZCP = α, durch Winkel ZPM = λ, d. i. die geographische Länge des Punktes M, und durch MCP = 90° − φ, wenn φ die Breite von M bezeichnet. Es ist dann:

$$x = \frac{b\,(\cos\varphi\cos\lambda\cos\alpha - \sin\alpha\sin\varphi)}{a + \sin\alpha\cos\varphi\cos\lambda + \cos\alpha\sin\varphi}$$

$$\text{und } y = \frac{b\cos\varphi\cos\lambda}{a + \sin\alpha\cos\varphi\cos\lambda + \cos\alpha\cos\varphi}.$$

Denkt man sich die Entfernung AC (Fig. 30) des Auges von der Kugel unendlich groß, so werden die projicirenden Strahlen Ap, AB u. s. w. parallel und man erhält die orthographische Projection. Es ist dann gleichgültig, in welche Entfernung man die Bildfläche pBnm rückt. In obigen allgemeinen Formeln ist dann a = b = ∞ zu setzen. Hieraus ergeben sich dann die Constructionen der Meridiane und Parallelkreise in den Fig. 31, 32 u. 33. In Fig. 31 ist als der Ort, über dem das Auge senkrecht gedacht wird, d. h. als der Mittelpunkt der Karte, Leipzig angenommen. In Fig. 32 ist das Auge senkrecht über dem Pole (orthographische Polarprojection), in Fig. 33 senkrecht über einem Punkte des Aequators (orthographische Aequatorealprojection).

Denkt man das Auge A (Fig. 30) in die Oberfläche der Kugel selbst, so muß, wenn r den Radius der Kugel bezeichnet, in den für x und y gegebenen Formeln a = r gesetzt werden, und man erhält dann die sogenannte stereographische Projection. Die Bildebene liegt man gewöhnlich durch den Mittelpunkt der Kugel, und hat dann in den Formeln zur Berechnung der Lage der Meridiane und Parallelkreise auch b = r zu setzen. Fig. 34 stellt als Beispiel die stereographische Projection der Erdoberfläche dar für den Horizont eines Ortes von 30° nördl. Breite, und Fig. 35 gibt die gewöhnlich zur Darstellung der Hemisphäre angewendete stereographische Aequatorealprojection.

Versetzt man den Ort des Auges in den Mittelpunkt der Kugel selbst und legt die Bildebene als Tangentialebene an die Kugel, so wird in den Formeln für Construction der Meridiane und Parallelkreise a = o und b = r zu setzen sein und man erhält die Mittelpunktsprojection. Fig. 36 gibt die polare und Fig. 37 eine äquatoreale Mittelpunktsprojection.

Außer diesen drei eigentlichen, streng perspectivischen Projectionsarten gibt es noch eine Anzahl Kartenprojectionen zu besondern Zwecken. Da nämlich die besprochenen perspectivischen Projectionen der Natur der Sache nach das wahre Verhältniß der einzelnen Theile des Bildes, so wie es auf der Kugeloberfläche besteht, nicht wiedergeben können, so hat man versucht, durch andere Constructionen dieser Forderung in dieser oder jener Hinsicht zu genügen. Ganz kleine Stücke der Kugelfläche kann man sehr ähnlich auf einer Ebene darstellen, wenn man die Meridiane und Parallelkreise als ein quadratisches Netz von Geraden verzeichnet, wobei dann alle Breiten- und Längengrade einander gleich sind und auch, wie dies auf der Kugel gleichfalls stattfindet, rechtwinklig durchschneiden. Für größere Länderstrecken wird das Kartennetz unrichtig, weil auf der Kugel die Längengrade nach den Polen zu abnehmen, und zwar, wenn man einen Aequatorgrad gleich g setzt, für die geographische Breite φ stets = g cos φ sind. Man könnte dann ein Netz mit convergirenden geraden Meridianen anwenden, wie in Fig. 38. Man findet den Convergenzpunkt P (Fig. 39) derselben auf folgende Weise. Sind Aa und Bb Parallelkreise an den Rändern der Karte, ferner Cc und Dd irgend zwei feste Parallelkreise der Breite, φ und φ′ entsprechend, und ist dann Cc = g cos φ = h und Dd = g cos φ′ = h′, so ist die Entfernung

$Pd = gh \frac{(\varphi' - \varphi)}{h - h'}$. Die Größe X x irgendeines Längengrades ist $= h' \frac{(\varphi - \varphi') - h(\varphi'' - \varphi')}{\varphi'' - \varphi}$, wenn φ'' seine geographische Breite ist.

Noch etwas ähnlicher wird das Bild der Karte für größere Landstrecken, wenn man dem Netze zu den convergirenden geraden Meridianen auch noch kreisförmige Parallelen gibt, wie in den Constructionen von Delisle und von Senex und Vaugondy (Fig. 40 u. 41). Man trage nach der Delisle'schen Construction auf dem mittlern Meridian AB (Fig. 40) die Breitengrade nach einem beliebigen passenden Maßstabe auf. Sind C und D zwei Punkte von der geographischen Breite φ und φ', so ziehe man durch sie von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte P die Parallelkreise Ccc′ und Ddd′ und trage auf ihnen die Längengrade $Cc = g . \cos\varphi = h$ und $Dd = g . \cos\varphi' = h'$ auf. Den Punkt P findet man dadurch, daß man $CP = g \frac{h(\varphi' - \varphi)}{h - h'}$ berechnet.

Die Construction von Senex und Vaugondy ergibt sich auf folgende Weise. Sind auf einer Kugel vom Mittelpunkte O a′Aa und b′Bb die beiden äußersten Parallelkreise, die auf der Karte dargestellt werden sollen, so legt man an den mittlern c′Cc Tangenten, deren Durchschnitt P der gesuchte Mittelpunkt ist. Die Punkte (β' β), durch welche von ihm aus die Parallelkreise gezogen werden sollen, findet man, wenn man Secanten durch b, b′ u. s. w. legt. Liegt der Punkt P (Fig. 40) für die Construction der Karte zu weit entfernt, so bestimmt man durch Rechnung zwei Punkte M und M′ eines Parallelkreises (c′cC), und ebenso zwei solche von derselben Länge auf einem andern, und erhält dann die Meridiane, indem man die Punkte gleicher Länge auf beiden Parallelkreisen verbindet. Hieran schließen sich noch die Karten nach Bonne's Projection mit krummen Meridianen und kreisförmigen Parallelen (Fig. 42), die von Flamsteed mit krummen Meridianen und geraden Parallelen (Fig. 43), sowie Murdoch's Kegelprojection (Fig. 44). Bonne's Projection besitzt den großen Vorzug, die Länder ihrem Flächeninhalt auf der Kugel gemäß darzustellen, und wird oft zur Entwerfung der Karten größerer Länder oder von Erdtheilen gebraucht. Die Entfernung des Mittelpunkts P der Parallelkreise von dem Mittelpunkte der Karte erhält man, wenn φ und φ' die Breiten der beiden äußersten Parallelkreise sind, und a der im Kartenmaßstabe ausgedrückte Halbmesser der Erde ist, gleich a $\operatorname{colg} \frac{\varphi + \varphi'}{2}$. Auf den Parallelkreisen trägt man dann die zu jeder Breite φ gehörigen Größen der Längengrade ($g \cos\varphi$) auf und erhält durch deren Verbindung die krummen Meridiane.

Die von Flamsteed zu seinen Himmelskarten gewählte Entwerfungsart (Fig. 43) ist der vorigen ähnlich, nur sind die in gleichem Abstande $Aa = ab = bc = \ldots$ durch den mittlern Meridian gehenden Parallelkreise $\alpha a''$, $\beta b''$ gerade Linien. Liegt A im Aequator, und sind für irgendeinen Punkt p die Coordinaten $Ap = x$ und $pm = y$, so ist $y = g\lambda \cos \frac{x}{g}$, die Gleichung eines Meridians vom Längengrade λ. Durch Eintragung der berechneten Werthe von y erhält man die Meridiane a′b′c′ ..., a″b″c″ u. s. w.

Bei Murdoch's Kegelprojection (Fig. 44) berührt die den Kegel erzeugende Linie nicht wie in Fig. 41, sondern durchschneidet sie in zwei Punkten m und n, ist AO der Aequator, P der Pol, AP ein Meridian. Der nördlichste und südlichste Parallel der Karte mögen durch die den Breiten φ und φ' entsprechenden Punkte B und C gehen. Liegt M in der Mitte von BC, so ziehe man senkrecht auf OM die Linie $pD\beta$, und zwar so, daß $D\beta = D\gamma =$ Bogen MB. Aus $C\gamma$ und $b\beta$ kann man δD berechnen und so den Punkt D finden, durch welchen das Loth $p\beta$ zu ziehen ist.

In dieser Projection sind allerdings die Flächen der ganzen Zone der Karte und der Kugel einander gleich, aber nicht die einzelnen entsprechenden Theile derselben. Will man Karten entwerfen, auf denen auch die einzelnen Theile der dargestellten Zone denen der Kugel nahe gleich sind, so trägt man auf dem mittlern Meridian AP (Fig. 45) der Karte die Breitengrade zu gleichen Theilen auf, die Längengrade aber auf dem Aequator BAC nach dem Verhältniß der Sinus der Länge. Die Gleichung der Meridiane und Parallelkreise für irgendeinen Punkt M und den Coordinatenanfang A ist $y^2 (1 + x^2 \sin^2\lambda) = \cos^2\lambda$ und $x^2 (\cos^2\varphi - y^2) = \sin^2\varphi$.

Karten, in welchen alle durch den Mittelpunkt gehenden geraden Linien größte Kreise der Kugel darstellen, haben den Vortheil, daß in ihnen die Abstände aller Orte vom Mittelpunkte der Karte mit demselben geradlinigen Maßstabe gemessen werden können. Auch ihre Verzeichnung ist sehr leicht. Sei C (Fig. 46) der Mittelpunkt der kreisförmig und am Rande in Grade getheilt gedachten Karte, AB der Aequator, P und Q seine Pole. Sei ferner CMm ein drehbares Lineal mit irgendwie getheiltem Maßstabe (der Radius der Karte), M die Projection eines auf der Kugel gedachten Punktes M′ überhaupt, CDM die Projection des Kugeldreiecks C′D′M′, worin C′D′ die Länge λ und D′M′ die Breite φ ist, so läßt sich eine Tabelle berechnen, welche Winkelstellung ACm man dem Lineale zu geben und welche Lage der Punkt M auf dem Maßstabe Cm haben muß für jeden gegebenen Werth von λ und φ. Man kann nun den Radius theilen entweder in gleiche Theile (90 Grade), oder nach den Sinus der Distanzen (orthographische Aequatorealprojection), oder nach den Tangenten der Distanzen (Mittelpunkt-, Aequatorealprojection), oder nach den Tangenten der halben Distanzen (stereographische Aequatorealprojection), oder auch nach den Sinus der halben Distanzen. In dieser Projection sind wie in den meisten bisher betrachteten die Winkel der Meridiane an den Polen P und Q, den Winkeln derselben auf der Kugel gleich. Man kann aber auch diese Winkel der Karte in irgendeinem Verhältniß kleiner, z. B. nur halb so groß als auf der Kugel nehmen. In diesem letztern Falle (Fig. 47) lassen sich beide Hemisphären der Erde zugleich innerhalb der Fläche eines einzigen Kreises darstellen.

Karten, welche der Seemann benutzt, müssen, um praktisch zu sein, gewissen Bedingungen entsprechen. Da der Schiffer nämlich oft längere Zeit in derselben Richtung segeln muß, durchschneidet er eine Anzahl von Meridianen unter demselben Winkel. Dieser Lauf kann aber auf den gewöhnlichen Karten nicht als gerade Linie dargestellt werden, sondern bildet eine eigenthümliche, krumme, dem Pol sich spiralig nähernde Linie, die sogenannte Loxodrome. In Fig. 48 sind drei solche, von A ausgehende Loxodromen dargestellt, nämlich ABBP nach Nord-Nordost, ACCP nach Nordost und ADDP nach Ost-Nordost. P bezeichnet den Pol. Als gerade Linien, wie sie der Schiffer beim Verzeichnen seines Curses braucht, lassen sich diese Loxodromen nur darstellen, wenn man alle Meridiane als parallele Grade zeichnet. Um aber

zugleich in allen Theilen der Karten das wahre Verhältniß der Längen- und Breitengrade zueinander zu erhalten, muß man, da bei parallelen Meridianen die Längengrade nach den Polen zu nicht kleiner werden, dafür die Breitengrade entsprechend vergrößern. Man nennt diese Darstellungsweise Mercatorprojection, nach Gerhard Mercator, der gegen die Mitte des 16. Jahrhunderts zuerst diese Karten construirte. Für den Kugelradius gleich 1 ist der Abstand y irgend eines Parallelkreises von der geographischen Breite φ durch die Formel $y = 2{,}3025851 \,.\, \log \operatorname{tang} \frac{90 + \varphi}{2}$ gegeben. In Fig. 49 ist eine solche Karte entworfen.

Die Abstände der Meridiane a, a, a, a u. s. w. sind also gleich, während die Werthe von y, d. i. ab, ab′ ab″ u. s. w. in der durch die Formel gegebenen Weise wachsen. Will der Schiffer die Richtung, oder wie er sagt den Kompaßstrich seines Wegs AB finden, so zieht er durch die Mitte O der Karte eine gerade, mit AB parallele Linie OP, so ist der Winkel aOP $= \alpha$ (hier $= 63\frac{1}{2}^{\circ}$) der gesuchte Kompaßstrich. Um auch die Länge des Curses AB zu finden, nimmt er ein in der Mitte des Curses gelegenes Stück des Meridians, etwa b‴ b⁗ (5° also 5 × 60 Seemeilen lang) in den Zirkel und sieht, wie oft es auf dem Curse AB sich auftragen läßt. Ein Curs in der Richtung AC wird durch das Kartennetz selbst gemessen.

Physik.

Bearbeitet

von

Dr. Johann Müller,

großherzoglich badischem Hofrath, Professor der Physik an der Universität zu Freiburg im Breisgau.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

A. Mechanik. (Tafel 1 und 2.)

I. Statik fester Körper 4
II. Hydrostatik. 7
III. Aerostatik 8
IV. Dynamik 9

B. Akustik (Tafel 3) 12

C. Optik. (Tafel 4, Tafel 5 und Figur 1 — 10 auf Tafel 6.)

I. Fortpflanzung des Lichts und Photometrie 16
II. Reflexion des Lichts (Katoptrik) 16
III. Brechung des Lichts (Dioptrik) 18
IV. Farbenlehre 20
V. Die Photographie 22
VI. Das Auge und die optischen Instrumente 23
VII Interferenz der Lichtstrahlen. 24
VIII. Polarisation und doppelte Brechung . . 25
IX. Chromatische Polarisation. 26

Seite

D. Wärmelehre. (Tafel 6, Figur 11 — 59; Tafel 7, Figur 1 — 32.)

I. Ausdehnung 27
II. Schmelzen und Erstarren. 28
III. Dampfbildung 28
IV. Specifische Wärme 31
V. Wärmestrahlung 31
VI. Wärmeleitung 32
VII. Wärmeerzeugung durch mechanische Mittel 33

E. Magnetismus (Tafel 8) 34

F. Elektricität. (Tafel 9, Tafel 10 und Figur 33 — 45 auf Tafel 7.)

I. Reibungselektricität 38
II. Galvanismus. 42
III. Wirkungen des Stroms auf die durchströmten Leiter 43
IV. Elektromagnetismus und Elektrodynamik 44
V Thermo-elektrische Ströme 46
VI. Inductionsströme 46
VII. Diamagnetismus 48

Einleitung.

Die Physik ist derjenige Theil der Naturlehre, welcher es mit den Gesetzen solcher Erscheinungen der leblosen Natur zu thun hat, die nicht auf einer Veränderung der Bestandtheile der Körper beruhen; denn damit beschäftigt sich die Chemie. Es liegt übrigens in der Natur der Sache, daß sich die Grenze zwischen beiden Disciplinen nicht immer scharf ziehen läßt und daß manche Erscheinung in beide Gebiete hineingreift.

Die Physik zerfällt in folgende Hauptabtheilungen:
1) Die Mechanik oder die Lehre vom Gleichgewicht und der Bewegung (Statik und Dynamik);
2) die Akustik oder die Lehre vom Schall;
3) die Optik oder die Lehre vom Licht;
4) die Lehre von der Wärme;
5) die Lehre vom Magnetismus;
6) die Lehre von der Elektricität.

Bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaften fallen eigentlich die beiden letzten Abtheilungen in eine einzige zusammen.

Die physikalischen Kenntnisse der Alten waren noch sehr gering. Alles was sie von den Gesetzen des Gleichgewichts fester Körper wußten, beschränkt sich auf die Lehre vom Hebel und vom Schwerpunkt, welche Archimedes bereits entwickelt hatte. Auch die Hydrostatik verdankt diesem genialen Mathematiker ihre Begründung, da er bereits das Gesetz vom Gewichtsverlust der in Flüssigkeiten untergetauchten festen Körper bewiesen hatte. Die Aerostatik oder die Lehre vom Gleichgewicht der Gase ist neuern Datums und als ihre Begründer müssen Torricelli, der Erfinder des Barometers, und Otto von Guericke, der Erfinder der Luftpumpe, genannt werden.

Durch die Entdeckung des alle Bewegungserscheinungen beherrschenden Gesetzes der Trägheit ist Galiläi der Gründer der neuern Mechanik geworden.

Ueber die Entstehung und Verbreitung des Schalles hatten die alten Griechen nur sehr mangelhafte Vorstellungen; erst Newton gab eine richtige Definition der Schallwellen und ihrer Verbreitung. Den Unterschied der Tonhöhe hatten die alten Griechen zwar musikalisch richtig erkannt, sie waren aber noch nicht im Stande, ihn physikalisch zu definiren. Allerdings hatte Pythagoras die musikalischen Intervalle durch Zahlen ausgedrückt, welche er durch Versuche mit gespannten Saiten ermittelt hatte; die physikalische Bedeutung dieser Zahlen ist aber erst im 17. Jahrhundert durch Mersenne nachgewiesen worden, welcher zeigte, daß die Tonhöhe durch die Schwingungsdauer des tönenden Körpers bedingt ist.

Nachdem nun so der Grund der Tonlehre gelegt war, wurden der Reihe nach die Gesetze der Vibrationen tönender Luftsäulen, tönender Saiten, Stäbe und Platten erforscht und endlich die Akustik dadurch zu einem gewissen Abschluß gebracht, daß namentlich durch die Untersuchungen von Helmholtz in dem Mitklingen von Obertönen, welche den Grundton in verschiedener Anzahl und Stärke begleiten, der Grund der Klangfarbe verschiedener musikalischer Instrumente nachgewiesen wurde.

Die optischen Kenntnisse der Alten beschränkten sich auf die Wahrnehmung der geradlinigen Fortpflanzung der Lichtstrahlen und das Reflexionsgesetz. Von der Brechung der Lichtstrahlen bei dem Uebergange aus einem Medium in ein anderes hatten sie zwar Kenntniß, wie denn z. B. Seneca die Erscheinung kennt, daß ein in Wasser eingetauchtes Ruder gebrochen erscheint, ohne jedoch eine richtige Vorstellung von dem Vorgange zu haben. Erst Alhazen, ein um das Jahr 1100 lebender arabischer Mathematiker, erkannte, daß ein Lichtstrahl beim Uebergange aus Luft in ein dichteres Mittel dem Einfallslothe genähert wird. Das Refractionsgesetz selbst wurde erst um das Jahr 1621 von Snellius entdeckt und von Cartesius publicirt.

Die Farben des Regenbogens erklärt Aristoteles aus dem durch ein dunkles Medium gesehenen Lichte der Sonne, und diese Anschauung blieb das ganze Mittelalter hindurch die herrschende. Cartesius erkannte, daß durch ein Prisma eine ähnliche Reihe von Farben entstehe, wie man sie beim Regenbogen beobachtet; aber erst Newton stellte die noch heute von allen Physikern als richtig angenommene Lehre auf, daß das weiße Licht aus verschiedenfarbigen, ungleich brechbaren Strahlen besteht.

Lange Zeit standen sich zwei Hypothesen über das Wesen des Lichts einander gegenüber, die Emanationstheorie, nach welcher das Licht eine Materie eigener Art ist, welche von den leuchtenden Körpern nach allen Seiten hin ausgesendet wird, und die Undulations- oder Vibrationstheorie, welche die Fortpflanzung des Lichts einer Wellenbewegung des Aethers zuschreibt. Newton suchte in seiner Optik die Gesetze der Lichterscheinungen auf die Emanationstheorie zurückzuführen, während sein Zeitgenosse Huyghens zuerst der Vibrationstheorie eine wissenschaftliche Begründung gab. Lange Zeit waren die Ansichten der Physiker zwischen diesen beiden Hypothesen getheilt und selbst Euler's Bemühungen für die Vibrationstheorie waren nicht im Stande, derselben einen entschiedenen Sieg zu verschaffen. Dies gelang erst den Bestrebungen Young's und Fresnel's im ersten Viertel unsers Jahrhunderts, nachdem die im Jahre 1811 durch Malus gemachte Entdeckung der Polarisation des Lichts zur Bestimmung der Richtung geführt hatte, in welcher die einen Lichtstrahl fortpflanzenden Vibrationen des Aethers stattfinden.

Die Entdeckung der Fraunhofer'schen Linien im Jahre 1815 kam zunächst nur der Verbesserung achromatischer Fernrohre zugute; durch die von Bunsen und Kirchhoff ausgebildete Spectralanalyse führten sie aber zur nähern Kenntniß der physischen Beschaffenheit der Sonne und der Fixsterne.

Der Gebrauch der Sammellinsen als Vergrößerungsgläser war den Alten bekannt, denn man hat solche in Pompeji gefunden. Das erste zusammengesetzte Mikroskop wurde 1625 von Fontana construirt. Die Entdeckung des ersten (holländischen) Fernrohrs wurde zufällig durch einen Brillenmacher in Middel-

burg ums Jahr 1608 gemacht. Galilei construirte solche Fernrohre im Jahre 1609 und entdeckte mit ihrer Hülfe die Berge des Mondes, die Trabanten des Jupiter und die Phasen der Venus. Die Construction des astronomischen Fernrohrs wurde 1620 von Kepler angegeben.

Eine Erforschung der Gesetze der Wärmelehre wurde erst möglich, nachdem das Thermometer bekannt geworden war, als dessen Erfinder gewöhnlich Cornelius Drebbel (1630) genannt wird. Das von diesem benutzte Thermometer war ein Luftthermometer, wie solche vor ihm schon Galilei construirt und italienische Aerzte sie angewandt hatten. Die Flüssigkeitsthermometer (Weingeist oder Quecksilber) wurden zuerst in den Schriften der Accademia del cimento in Florenz ohne Nennung des Erfinders beschrieben.

Die ersten genauern Versuche über die Ausdehnung fester, flüssiger und luftförmiger Körper wurden gegen Ende des vorigen Jahrhunderts angestellt.

Daß beim Schmelzen der Körper Wärme gebunden wird, haben nahezu gleichzeitig in der Mitte des 18. Jahrhunderts Deluc zu Genf und Black zu Edinburg entdeckt. Eine richtige Erkenntniß von dem Wesen der Dampfbildung wurde erst durch Dalton zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts begründet, obgleich man die Spannkraft der Dämpfe schon vorher technisch zu verwenden wußte.

Die ersten eingehendern Versuche über Wärmestrahlung hatte Leslie angestellt, aber erst Melloni's Bemühungen gelang es, die vollständige Identität zwischen Licht- und Wärmestrahlen nachzuweisen, wodurch dann auch die Ansicht, daß die Wärme überhaupt einer lebhaften Oscillationsbewegung der kleinsten Körpertheilchen (mechanische Wärmetheorie) zuzuschreiben sei, eine wesentliche Unterstützung fand. Diese Ansicht, welche Rumford zu Ende des vorigen und Davy zu Anfang dieses Jahrhunderts mit Entschiedenheit vertreten hatten, wurde mit Erfolg wieder aufgenommen, nachdem Mayer im Jahre 1842 den Begriff des mechanischen Aequivalents der Wärme festgestellt, und Joule sowol wie Hirn dasselbe experimentell bestimmt hatten, und führte zu einem unzweifelhaften Sieg der mechanischen Wärmetheorie, um deren Ausbildung sich namentlich Clausius die größten Verdienste erworben hat.

Von den Eigenschaften des Magneteisens kannten die Alten nur die Kraft desselben, Eisen anzuziehen. Die Chinesen sollen schon die richtende Kraft des Erdmagnetismus gekannt haben. Wann dieselbe in Europa bekannt wurde und wann der Kompaß in Gebrauch kam, läßt sich nicht mit Sicherheit ermitteln. Im 15. Jahrhundert war die Abweichung der Magnetnadel von der reinen Nordrichtung noch unbekannt, und Columbus kam auf seiner ersten Entdeckungsreise 1492 in Verlegenheit, als er die Veränderung dieser Abweichung beobachtete. Die Inclination der Magnetnadel wurde 1576 von Normann entdeckt. Die Gesetze der magnetischen Polarität wurden zuerst von Gilbert im Jahre 1600 entwickelt.

Von der Elektricität war den Alten gleichfalls nur das Vermögen geriebener Harze, leichte Körper anzuziehen, bekannt. Guericke, der erste, welcher elektrische Funken wahrnahm, beobachtete auch zuerst die elektrische Abstoßung. Grey entdeckte 1729 den Unterschied zwischen Leitern der Elektricität und Isolatoren; Dufay constatirte 1733 den Unterschied zwischen positiver und negativer Elektricität. Die Wirkungen der Leydener Flasche wurden fast gleichzeitig von Kleist in Pommern und von Cunäus in Leyden entdeckt.

Franklin gelang es 1752 mittels eines Drachens die Elektricität der Gewitterwolken nachzuweisen: eine Entdeckung, die ihn alsbald zur Erfindung der Blitzableiter führte.

Um das Jahr 1790 war die Elektricitätslehre fast stationär geworden, als sie durch die Entdeckung Galvani's einen neuen Aufschwung erhielt, indem dieselbe alsbald zur Auffindung einer neuen Elektricitätsquelle und zur Construction der Volta'schen Säule führte. Hatte man bis dahin nur die elektrischen Spannungserscheinungen studirt, so lernte man nun auch die elektrischen Stromeswirkungen kennen; und zwar fällt die Entdeckung der chemischen Wirkungen des Stroms durch Nicholson und Carlisle in das Jahr 1801. Im Jahre 1820 entdeckte dann Oersted die Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom, woran sich alsbald der Elektromagnetismus mit seinen so wichtigen wissenschaftlichen und praktischen Ergebnissen anschloß.

Die thermoelektrischen Ströme wurden 1821 von Seebeck entdeckt.

Im Jahre 1831 entdeckte Faraday die Induction elektrischer Ströme durch Magnetismus, 1838 die Induction derselben durch elektrische Ströme und 1845 endlich entdeckte er den Diamagnetismus.

A. Mechanik.

(Tafel 1 und 2.)

I. Statik fester Körper.

In der Naturlehre unterscheidet man zweierlei Arten von Kräften, 1) solche, welche in die Ferne wirken, wie die Schwere, die elektrische und magnetische Anziehung und Abstoßung u. s. w., und 2) solche, welche nur in nächster Nähe auf die benachbarten Atome wirken und welche den Zusammenhang der Körpertheilchen, Cohäsion, Adhäsion, chemische Verwandtschaft u. s. w. bedingen.

Wenn eine Kraft der ersten Art, die wir als bewegende oder beschleunigende Kräfte bezeichnen wollen, auf einen Körper wirkt, so übt sie ein Bestreben aus, denselben in Bewegung zu setzen. Wenn mehrere Kräfte auf einen Körper einwirkend sich gegenseitig aufheben, so sind sie im Gleichgewicht.

Zwei Kräfte sind im Gleichgewicht, wenn sie einen Körper gleich stark nach entgegengesetzter Richtung zu bewegen streben.

Wenn zwei Kräfte nach verschiedenen Richtungen auf einen Körper wirken, so theilen sie ihm eine Bewegung mit, welche in folgender Weise bestimmt ist: auf einen materiellen Punkt in a, Fig. 1, wirken zwei Kräfte, der eine in der Richtung a x ihn in der Zeiteinheit von a nach b führen würde, während er unter dem alleinigen Einfluß der zweiten, in der Richtung a y wirkenden Kraft in der Zeiteinheit von a nach c geführt werden würde, so beschreibt er unter dem gleichzeitigen Einfluß beider Kräfte in der Zeiteinheit den Weg ad, welcher die Diagonale des Parallelogramms a b d c ist.

Die beiden Seitenkräfte, welche für sich allein einen Körper in der Zeiteinheit von a nach b und von a nach c zu führen streben, wirken also zusammen ebenso wie eine einzige Kraft, die Resultirende, welche den Körper in der gleichen Zeit von a nach d führen würde.

Wenn z. B. der Wind für sich allein ein Schiff in einer Stunde quer über den Fluß von A Fig. 2 nach B treiben würde, während die Strömung des Flusses allein, in der gleichen Zeit von A nach C treibt, so wird das Schiff unter der gleichzeitigen Wirkung beider Kräfte in $^1/_4$ Stunde durch die Diagonale AD des Parallelogramms ACDB geführt.

Zwei Kräften, welche in verschiedener Richtung auf einen materiellen Punkt einwirken, kann man dadurch das Gleichgewicht halten, daß man an demselben Punkt noch eine dritte Kraft anbringt, welche der Resultirenden der beiden andern gleich und entgegengesetzt ist.

Zur experimentellen Prüfung des Satzes vom Parallelogramm der Kräfte dient der Apparat Fig. 3.

Auf die Lehre vom Parallelogramm der Kräfte lassen sich nun die Gesetze des Gleichgewichts an allen sogenannten mechanischen Potenzen, Hebel, schiefe Ebene, Schraube, Flaschenzug u. s. w. ableiten. Ohne auf diese Ableitung weiter einzugehen, wollen wir die wichtigsten dieser Gesetze kurz betrachten.

Eine gerade unbiegsame Linie, welche um einen festen Punkt drehbar ist, wird ein Hebel genannt. Wenn eine Kraft in irgendeinem Punkte des Hebels rechtwinkelig zu seiner Richtung angreift, so wird der Abstand des Angriffspunkts vom festen Drehpunkt (Hypomochlion) der Hebelarm der Kraft genannt. Zwei Kräfte, welche den Hebel nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben, halten sich das Gleichgewicht, wenn die den entsprechenden Hebelarmen umgekehrt proportional sind.

Bezeichnet man als statisches Moment einer Kraft das Product, welches man erhält, wenn man die Kraft mit ihrem Hebelarm multiplicirt, so läßt sich das eben ausgesprochene Gesetz auch so ausdrücken: Zwei Kräfte welche den Hebel nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben, halten sich das Gleichgewicht, wenn ihre statischen Momente gleich sind.

Fig. 4 stellt z. B. einen Hebel dar, dessen Drehpunkt in m ist und an welchem die beiden Gewichte 10 und 3 nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben. Die Kraft 10 greift an den Hebelarm 3 an, ihr statisches Moment ist also 30. Ebenso groß ist das statische Moment der am Hebelarm 5 angreifenden Kraft 6; also halten sich beide Kräfte das Gleichgewicht.

Wenn auf jeder Seite des Drehpunkts mehrere Kräfte angreifen, so halten sie sich das Gleichgewicht, wenn die Summe der statischen Momente auf beiden Seiten gleich ist. So ist z. B. für den in Fig. 5 dargestellten Fall die Summe der statischen Momente auf der linken Seite $3 \cdot 4 + 10 \cdot 3 = 42$, auf der rechten Seite aber $2 \cdot 2 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 6 = 42$; also auch hier sind die Bedingungen des Gleichgewichts erfüllt.

Wenn der Drehpunkt m zwischen den Angriffspunkten der beiden Kräfte liegt, so hat man mit einem zweiarmigen Hebel zu thun. Die Schnellwage, Fig. 6, ist ein Beispiel des zweiarmigen Hebels.

Der Drehpunkt eines zweiarmigen Hebels hat (das Gewicht der Hebelstange abgerechnet) einen Druck auszuhalten, welcher gleich ist der Summe der rechtwinkelig angreifenden Kräfte. In den durch Fig. 4 und Fig. 5 dargestellten Fällen ist also der Druck auf den Drehpunkt m gleich 16 und 24. Es läßt sich dies experimentell durch die Anordnung Fig. 7 nachweisen; das Gewicht des Hebels abgerechnet ist $N = P + R$.

Denken wir uns den Punkt a in der Weise befestigt, daß er den Drehpunkt des Hebels ab bildet, so haben wir jetzt einen einarmigen Hebel, den die Kräfte P und N nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben. Es findet Gleichgewicht statt, wenn sich R zu N verhält, wie die Länge am zu ab. Beispiele der Anwendung des einarmigen Hebels sind in Fig. 8, 9 und 10 dargestellt.

Wenn in der Vorrichtung Fig. 7 die beiden Punkte a und b festgestellt werden, so haben sie zusammen einen nach oben gerichteten Druck auszuhalten, welcher gleich N ist, und zwar ist der Druck, den a auszuhalten hat, gleich P, der Druck, den b auszuhalten hat, ist R.

Wenn zwei Träger mittels einer Bahre, Fig. 11, eine Last tragen, so vertheilt sie sich nur dann gleich auf beide Träger, wenn sie in der Mitte liegt. Je mehr sie dem einen Träger zugeschoben wird, desto größer wird der Antheil der Last, welchen er zu tragen hat.

Wenn an einem Hebel amb, Fig. 12, zwei Kräfte ac und bd (die Längen ac und bd sind den in a und b eingreifenden Kräften proportional aufgetragen) nicht rechtwinkelig, sondern schief angreifen, so wirken sie gerade so, als ob sie rechtwinkelig an den Hebelarmen mo und mn angriffen, welche man erhält, wenn man von dem Drehpunkt m ein Perpendikel auf die verlängerten Richtungen der beiden Kräfte fällt. Das statische Moment der einen Kraft ist also $ac.mo$, das der andern ist $bd.mn$ und Gleichgewicht findet statt, wenn $ac.mo = bd.mn$.

Die Hebelgesetze finden überall eine Anwendung, wo es sich um die Umdrehung irgendeines festen Körpers um eine Axe handelt, wie z. B. bei der Hebung von Lasten mittels des Haspels, Fig. 13, bei welchem sich die am Ende des Kurbelarms angreifende Kraft des Arbeiters zu der am Wellbaum hängenden Last verhält, wie der Halbmesser des Wellbaums zum Kurbelarm.

Auf die Lehre vom Hebel läßt sich die Lehre vom Schwerpunkt zurückführen. Jeder feste Körper ist als ein Complex einer kleinern oder größern Anzahl von Moleculen zu betrachten, welche in unveränderter gegenseitiger Stellung verharren und deren jedes von der Schwerkraft afficirt ist. Die Richtung, mit welcher die Schwere die einzelnen Molecule des festen Körpers antreibt, ist für alle dieselbe, es ist die Richtung des Bleilothes; wir müssen also jeden schweren Körper betrachten, als sei er durch eine Reihe unter sich paralleler Kräfte angegriffen. Die Resultirende, die Summe, aller dieser unter sich parallelen Elementarkräfte ist das Gewicht des Körpers. Der Angriffspunkt dieser Resultirenden aber ist der Schwerpunkt des Körpers.

Ohne das Gleichgewicht zu stören, kann man sich das Gewicht des Körpers in seinem Schwerpunkt vereinigt denken. Ein fester Körper ist im Gleichgewicht, sobald sein Schwerpunkt unterstützt ist.

Wenn ein fester Körper in einem festen Punkte aufgehängt ist, um den er sich übrigens frei drehen kann, so lassen sich drei Fälle des Gleichgewichts unterscheiden:

1) der Unterstützungs- und Drehpunkt des Körpers geht durch seinen Schwerpunkt, Fig. 14. In diesem Falle findet Gleichgewicht statt, welches übrigens die Lage des Körpers sein mag. Er ist im Gleichgewicht, mag er nun die Lage AB oder die Lage CD oder irgendeine andere haben (indifferentes Gleichgewicht);

2) der Schwerpunkt liegt vertical unter dem Aufhängepunkt, Fig. 15. Wird der Körper durch irgendeine äußere Kraft aus dieser Lage herausgebracht, erhält er z. B. eine solche Lage, daß sein Schwerpunkt von s nach s′ versetzt wird, so wirkt nun das Gewicht des Körpers auf s′ in der Art, daß es ihn in seine ursprüngliche Lage zurückzuführen strebt (stabiles, festes Gleichgewicht);

3) der Schwerpunkt liegt vertical über dem Drehpunkt. Hier ist allerdings noch Gleichgewicht möglich, dasselbe wird aber durch die geringste Kraft vollkommen vernichtet, sodaß, nachdem die störende Kraft zu wirken aufgehört hat, eine Rückkehr in die vorherige Gleichgewichtslage nicht stattfindet (labiles oder unsicheres Gleichgewicht).

Ein interessantes Beispiel des stabilen Gleichgewichts bietet Fig. 17. Ein Holzstück B, welches unten mit einer Stahlspitze versehen ist, wird mittels dieser auf

eine flach ausgehöhlte Stahlplatte gesetzt, welche die obere Endfläche des Stativs A bildet. Das Holzstück B wird umfallen, weil sein Schwerpunkt über dem Unterstützungspunkte liegt. Wenn aber durch B ein Drahtbogen MN gezogen wird, welcher an beiden Enden die Bleikugeln P trägt, so fällt nun der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Holzstücks B und der beiden Bleikugeln P unter die Stahlspitze, es findet also jetzt ein stabiles Gleichgewicht statt. B fällt jetzt nicht mehr um, der Körper ist jetzt eigentlich aufgehängt.

Wenn ein Körper mit mehr oder weniger breiter Basis auf dem Boden steht, so muß die durch seinen Schwerpunkt gezogene Verticale noch die Basis treffen, wenn der Körper nicht alsbald umfallen soll. Demnach muß der schiefe Cylinder, Fig. 18, im Gleichgewicht sein, wenn er nur die schattirte Höhe hat; er müßte umfallen, wenn er eine solche Höhe hätte, daß sein Schwerpunkt in b läge. — Ein Mensch steht fest, wenn ein vom Schwerpunkt seines Körpers gefälltes Perpendikel den Boden in einem Punkte trifft, welcher innerhalb des Raums liegt, welcher durch die Sohlen der beiden Füße begrenzt wird. Nimmt man eine Last in die linke Hand, Fig. 19, so beugt man den Körper auf die rechte Seite, trägt man eine Last auf dem Rücken, Fig. 20, so muß man den Oberkörper vorbeugen.

Wenn ein auf irgendeiner vieleckigen Basis stehender Körper umgeworfen werden soll, so muß er um irgendeine seiner Grundkanten, etwa um a, Fig. 21, gedreht werden, bis sein Schwerpunkt s in s', vertical über a angekommen ist. Ließe die Kraft, welche das Umwerfen bewirken soll, eher nach, als der Schwerpunkt in s' angekommen ist, so fiele der Klotz in seine ursprüngliche Lage zurück, hat man aber den Schwerpunkt nur im mindesten über s' hinausgebracht, so fällt nun der Klotz von selbst ganz um.

Ein Körper steht um so fester, d. h. seine Stabilität oder Standfestigkeit ist um so größer, je mehr Kraft man anwenden muß, um den Schwerpunkt von s nach s' zu bringen. Die Stabilität wächst mit dem Gewicht des Körpers und mit der Breite seiner Basis, und sie ist unter sonst gleichen Umständen um so größer, je tiefer sein Schwerpunkt liegt.

Die Lehre vom Schwerpunkt findet auch bei der Wage ihre Anwendung; sie besteht aus einem Stabe, oder einem durchbrochenen Balken Fig. 22, welcher um eine wagerechte Axe (Schneide) drehbar ist, die sich in der Mitte seiner Länge befindet. An den beiden Enden sind Schneiden angebracht, an welchen die Wagschalen aufgehängt werden. Die drei Schneiden liegen in einer geraden Linie. Der Wagebalken ist nun so geformt, daß sein Schwerpunkt unter der mittlern Schneide liegt. Bei gleicher Belastung auf beiden Seiten muß sich deshalb der Wagebalken horizontal stellen, bei einem Uebergewicht auf einer Seite muß er sich aber um so mehr nach dieser Seite neigen, er muß einen um so größern Ausschlag geben, je größer das Uebergewicht ist.

Da zwei auf einem Punkt zusammenwirkende Seitenkräfte sich durch ihre Resultirende ersetzen lassen, so muß auch jede Kraft in zwei Seitenkräfte zerlegbar sein, wie dies am schönsten durch die schiefe Ebene erläutert wird. Wenn eine Last a, Fig. 23, auf einer Ebene RS liegt, welche mit der Horizontalen einen Winkel x bildet, so läßt sich die Schwerkraft des Körpers a, welche durch die Linie ab dargestellt sein mag, in zwei Seitenkräfte zerlegen, von denen die eine da rechtwinkelig gegen die Ebene RS als Druck wirkt, während die andere Seitenkraft ca den Körper zur schiefen Ebene heruntertreibt. Die Seitenkraft ca wird um so kleiner, je kleiner der Winkel x, und zwar verhält sich ac zum Gewicht des Körpers, wie die Höhe ST der schiefen Ebene zu ihrer Länge RS. — Jede zu einer Anhöhe hinaufführende Weg ist eine schiefe Ebene.

Die Schraube ist eine um einen Cylinder herum gelegte schiefe Ebene. Es sei aof, Fig. 24, ein rechtwinkeliges Stück Papier, dessen verticale Kathete o einem Cylinder befestigt ist. Wird nun das Papier um den Cylinder herumgewickelt, so bildet die Hypotenuse af auf dem Cylinder eine Schraubenlinie, deren Lauf man in der Figur leicht verfolgen kann.

Denken wir uns längs der Schraubenlinie ein kleines Dreieck von entsprechender Größe fortgeführt, so entsteht ein scharfes Schraubengewinde, Fig. 25; denkt man sich dagegen ein kleines Quadrat längs der Schraubenlinie fortgeführt, so entsteht das flache Schraubengewinde, Fig. 26. Solche Schraubengewinde, welche um einen soliden Cylinder herumgelegt sind, wie dabei Fig. 25 und 26 der Fall ist, werden Schraubenspindeln genannt. Werden aber die Schraubenwindungen in gleicher Weise an der innern Fläche eines hohlen Cylinders herumgeführt, so entsteht eine Schraubenmutter, Fig. 27. Einen mechanischen Effect kann man nur durch die Combination der Schraubenspindel mit einer dazu passenden Schraubenmutter erzielen. Bei der Schraubenwinde Fig. 28 z. B. steckt die Schraubenspindel s in der Schraubenmutter, welche in die innere Höhlung des Cylinderblocks mn eingeschnitten ist. Wird nun die Schraubenspindel gedreht, so werden ihre Windungen in denen der Schraubenmutter wie auf einer schiefen Ebene auf- oder niedergleiten. Sollte also eine auf der Schraubenspindel liegende Last durch Umdrehung derselben gehoben werden, so ist klar, daß hier dieselben Principien zur Anwendung kommen, wie bei einer schiefen Ebene von gleicher Steigung.

Um das Verhältniß zwischen Kraft und Last an diesem Apparat noch mehr zu steigern, bringt man die Kraft, welche die Umdrehung der Spindel bewirkt, nicht am Umfange derselben, sondern am Ende eines Hebelarmes l an. — In gleicher Weise, wie hier die Schraube zur Hebung einer bedeutenden Last verwendet wird, gebraucht man sie bei der Schraubenpresse, um einen starken Druck zu erzeugen.

Der Flaschenzug, Fig. 29, ist eine Combination fester und beweglicher, durch Seile verbundener Rollen, durch welche eine größere Last mittels einer kleinen Kraft gehoben werden kann. Er besteht aus zwei festen, d. h. nicht verschiebbaren Rollen, welche in einem Gestell eines Hakens aufgehängten Gehäuse (Flasche) vereinigt sind, und zwei Rollen, welche sich in einer beweglichen Flasche befinden. Diese Rollen sind durch ein Seil so verbunden, daß dasselbe abwechselnd um einer der obern festen zu einer der beweglichen und Rollen geht; die obere Flasche ist also mit der andern durch vier Seilstücke verbunden. Eine an der beweglichen Flasche angehängte Last Q vertheilt sich auf die vier Seile, jedes ist also nur durch $^1/_4$ Q gespannt. Betrachten wir nun das Seilstück, welches über die oberste feste Rolle geschlungen ist und welches an der rechten Seite derselben frei ausläuft, so muß es offenbar auch mit der Kraft $^1/_4$ Q angespannt sein, wenn Gleichgewicht stattfinden soll. Eine Kraft am Seil bei a mit einer Kraft von 25 Pfund ist also im Stande, eine an der beweglichen Flasche hängende Last von 100 Pfund zu heben. Wird aber die bei a ziehende Kraft einen Weg von 4 Fuß zurücklegt, wird die Last Q nur um 1 Fuß gehoben.

Ein ähnliches Resultat ergibt sich bei allen mechanischen Potenzen: Hebel, schiefe Ebene, Schraube, Flaschenzug u. s. w., welche dazu dienen, mit einer

nen Kraft eine große Last zu heben oder einen großen Druck auszuüben. Was auf der einen Seite an Kraft gewonnen wird, verliert man andererseits an Geschwindigkeit.

II. Hydrostatik.

Hydrostatik ist die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten. Infolge der leichten Verschiebbarkeit der Theilchen haben die Flüssigkeiten die Eigenschaft, jeden Druck, welcher auf einen Theil ihrer Oberfläche ausgeübt wird, nach allen Seiten gleichmäßig fortzupflanzen. Darauf beruht die Wirkung der hydraulischen Presse, welche in Fig. 30 im Durchschnitt dargestellt ist. Sie besteht aus zwei Hauptheilen, dem Preßcylinder cc, in welchen von oben her ein Kolben pp eingesetzt ist, welcher von einem wasserdicht schließenden Lederringe umfaßt, auf- und niederbewegt werden kann, und einer in das Wasserbehälter bb eingesetzten Druckpumpe, deren Kolben s einen weit kleinern Durchmesser hat als der Preßkolben p. Der Preßcylinder cc ist mit der Druckpumpe durch das Metallrohr tt verbunden. Wenn nun der Hohlraum des Cylinders cc, die Verbindungsröhre tt und die Hohlräume der Druckpumpe vollständig mit Wasser gefüllt sind, so wird ein auf den Kolben s ausgeübter Druck sich gleichförmig durch tt nach cc so fortpflanzen, daß jedes Flächenstück der Basis von pp, welches ebenso groß ist wie der Querschnitt von s, einen Druck auszuhalten hat, welcher demjenigen gleich ist, mit welchem s niedergedrückt wird. Nehmen wir an, der Durchmesser von p sei 10 mal größer als der Durchmesser von s, so ist die Grundfläche von p 100 mal so groß als die von s. Wenn also s mit einer Kraft von 25 Pfund niedergedrückt wird, so wird p mit einer Kraft von 2500 Pfund gehoben.

Wenn der Kolben s, nachdem er heruntergedrückt worden ist, wieder aufgezogen wird, so schließt sich das Ventil d und hindert den Rückgang des Wassers von c nach der Druckpumpe, in welche aber nun eine neue Quantität Wasser durch das jetzt geöffnete Ventil i aus dem Behälter bb eintritt. Das Aufziehen und Niederdrücken des Kolbens s geschieht aber nicht unmittelbar, sondern durch Vermittelung eines einarmigen Hebels, wie man Fig. 31 sieht, welche die äußere Ansicht der Druckpumpe darstellt.

Da die Flüssigkeiten schwer sind, so müssen sie auch einen Druck auf den Boden der Gefäße ausüben, in welchen sie enthalten sind, und zwar ist die Größe dieses Drucks nur abhängig von der Größe der Bodenfläche und von ihrer Tiefe unter dem Wasserspiegel, der Bodendruck ist unabhängig von der Gestalt der Gefäße. So ist z. B. der Bodendruck in den drei Gefäßen a, b und c, Fig. 32, ganz derselbe, wenn ihr horizontaler Boden gleich groß ist und sie zu gleicher Höhe mit Wasser gefüllt sind, und zwar ist der Bodendruck gleich dem Gewichte der Wassersäule in a, obgleich die Wassermasse in b viel kleiner, in c aber viel größer ist.

Aus einer Combination der Sätze vom Bodendruck und der gleichförmigen Fortpflanzung des Drucks in Flüssigkeiten ergibt sich der Satz, daß in communicirenden Gefäßen oder Röhren, d. h. in solchen Gefäßen, welche unten miteinander in Verbindung stehen, für den Fall des Gleichgewichts die Flüssigkeit gleich hoch stehe, Fig. 33, welches auch die Gestalt der Gefäße sein mag, vorausgesetzt natürlich, daß in beiden Gefäßen oder Röhren die gleiche Flüssigkeit enthalten ist.

Sind in den beiden Röhren verschiedene Flüssigkeiten enthalten, so verhalten sich die Höhen der Flüssigkeitssäulen, welche sich das Gleichgewicht halten, umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte. Ist z. B. der untere Theil des Apparats, Fig. 34, mit Quecksilber gefüllt, so muß man im längern Rohr eine Wassersäule aufschütten, welche $13^1/_2$ mal so hoch ist, als die Quecksilbersäule, welcher sie das Gleichgewicht hält.

Eine weitere Folge der gleichförmigen Fortpflanzung des Drucks und der Schwere der Flüssigkeiten ist es ferner, daß jeder Körper, welcher in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, einen Auftrieb auszuhalten hat, d. h. einen von unten nach oben gerichteten Druck, welcher den Körper zu heben strebt. Diesen Auftrieb kann man durch die Vorrichtung, Fig. 35 u. 36, anschaulich machen. Der untere Rand einer $1^1/_2$ — 2 Zoll weiten Glasröhre ist unten genau eben abgeschliffen; ab ist eine Metallscheibe, welche mit einem Haken versehen ist, sodaß man sie an einer durch die Röhre hindurchgehenden Schnur aufhängen kann. Wenn man die Schnur anzieht, so ist die untere Oeffnung der Röhre vollständig geschlossen. Wird sie nun so in ein Gefäß mit Wasser eingetaucht (Fig. 36), so ist es nicht mehr nöthig die Schnur anzuziehen, um das Herunterfallen der Platte zu verhindern. Sie wird jetzt durch den Auftrieb angedrückt.

Eine Folge des Auftriebs ist das archimedische Princip, demzufolge jeder Körper, welcher in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, so viel an seinem Gewicht verliert, als die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmasse wiegt. Die Richtigkeit dieses Princips wird durch den Apparat Fig. 37 bewiesen. Die eine Wagschale der Wage Fig. 22 wird durch eine gleich schwere kürzere ersetzt und an diese unten zwei Metallcylinder c und p angehängt, von denen p ein massiver Cylinder ist, welcher genau in die Höhlung von c paßt. Nachdem man auf die Wagschale links so viel Gewicht gelegt hat, daß das Gewicht der beiden Cylinder c und p äquilibrirt ist, wird nun p in Wasser eingetaucht und dadurch natürlich das Gleichgewicht gestört. Um es wiederherzustellen genügt es, die Höhlung von c mit Wasser zu füllen, also gerade so viel Wasser einzugießen, als durch p verdrängt worden ist.

Das archimedische Princip liefert ein treffliches Mittel, um das specifische Gewicht fester und flüssiger Körper zu ermitteln. Zunächst hängt man an der kurzen Wagschale Fig. 38 mittels eines feinen Fadens den zu bestimmenden Körper an und bestimmt sein absolutes Gewicht P. Dann taucht man ihn in Wasser ein und ermittelt den Gewichtsverlust p, so ist das specifische Gewicht des Körpers $s = \frac{P}{p}$.

Noch bequemer als die hydrostatische Wage (Wage mit einer kurzen Wagschale) ist zur Bestimmung des specifischen Gewichts fester Körper das Nicholson'sche Aräometer, Fig. 39. An einem hohlen, beiderseits konisch geschlossenen Cylinder B von Messingblech ist unten ein massiver Metallkonus angehängt, oben aber ein Stäbchen befestigt, welches ein Tellerchen zur Aufnahme der zu wägenden Körper und der Gewichte trägt. Der zu wägende Körper wird einmal oben, dann aber auf den Konus C gelegt und jedesmal so viel Gewicht beigefügt, daß das Instrument bis zu einer am Stäbchen angebrachten Marke O einsinkt.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts flüssiger Körper wendet man die Senkwagen oder Scalenaräometer, Fig. 40. Sie bestehen aus einer Glasröhre, an welche unten ein weiterer mit Schrot oder Quecksilber beschwerter Glascylinder angesetzt ist. Ein solcher Apparat sinkt in eine Flüssigkeit um so tiefer ein, je geringer deren specifisches Gewicht ist.

Es kommt also nur darauf an, in dem Rohr BXO eine entsprechende Scala anzubringen. Wissenschaftlichen Werth haben nur die Scalen (Volumeter und Densimeter), mittels deren man das specifische Gewicht der Flüssigkeit ermittelt, oder solche Scalen, welche den Procentgehalt einer Flüssigkeit (wie z. B. das Alkoholometer den Alkoholgehalt eines verdünnten Weingeistes) angeben und welche man Procentaräometer nennt.

III. Aerostatik.

Daß die Luft schwer ist, läßt sich mittels eines Glasballons, Fig. 41 (auf Taf. 1 steht 14 statt 41) zeigen, welcher, mittels der Luftpumpe luftleer gemacht, an den einen Arm einer Wage angehängt und äquilibrirt wird. Oeffnet man nun den Hahn, sodaß wieder Luft in den Ballon einströmt, so senkt sich der Arm der Wage, an welchem er hängt, und man muß auf der andern Seite wieder Gewicht zulegen, um das Gleichgewicht herzustellen. Durch derartige Versuche hat man ermittelt, daß die atmosphärische Luft unter den gewöhnlichen Umständen ungefähr 1000 mal leichter ist, als ein gleiches Volumen Wasser.

Eine zweite Eigenschaft der Luft und anderer Gase ist ihre Expansionskraft, vermöge deren ein gegebenes Luftquantum auf $^1/_8$, $^1/_{10}$ u. s. w. seines ursprünglichen Volumens zusammengepreßt werden kann, während es sich bei entsprechender Verminderung des Drucks auf das 2fache, 10fache u. s. w. Volumen auszudehnen im Stande ist. Die Expansibilität der Luft läßt sich auf folgende Weise zeigen. Man binde die Oeffnung einer runzeligen, also nicht ganz mit Luft gefüllten Thierblase, Fig. 42, luftdicht zu und lege sie unter die Glocke der Luftpumpe. Sobald die Luft im Recipienten verdünnt, also der Druck vermindert wird, welcher bisher auf der in der Blase eingeschlossenen Luft lastete, wird sich dieselbe ausdehnen und sie aufblähen. Sie schrumpft wieder zusammen, sobald man die Luft wieder in den Recipienten einläßt.

Infolge der Schwere der Luft muß die Atmosphäre einen Druck auf jeden Körper der Erdoberfläche ausüben, wie sich durch folgenden Versuch zeigen läßt: man spanne eine Thierblase über einen beiderseits offenen Metallcylinder und setze ihn auf den Teller der Luftpumpe, Fig. 43, so wird sich die Blase nach innen krümmen und endlich zersprengt werden, wenn man die Luft aus dem Innern des Cylinders herauszieht.

Wenn man eine Glasröhre in Wasser taucht, so stellt sich dasselbe im Rohr so hoch wie außen. Wenn man aber mit dem Mund die Luft aus dem Rohr herauszieht, Taf. 2, Fig. 1, so steigt das Wasser in der Röhre, weil der auf dem äußern Wasserspiegel lastende Luftdruck es in den verdünnten Raum im Rohre hineinpreßt.

Wenn man ein Rohr, an dessen unterm Ende sich ein gut schließender Kolben befindet, in ein Gefäß mit Wasser taucht und dann den Kolben aufzieht, so steigt gleichfalls das Wasser im Rohr. Darauf gründet sich die Construction der Pumpen.

Der Luftdruck verhindert auch das Ausfließen des Wassers aus der engen Oeffnung des Hebers, Fig. 2 und 3, wenn derselbe mit Wasser gefüllt und oben zugehalten wird. Auch das continuirliche Ausfließen des Wassers aus dem untern Ende a, Fig. 4, des längern Schenkels eines Hebers, dessen kürzerer Schenkel in ein Gefäß mit Wasser eingetaucht ist, beruht auf dem Luftdruck. Das Fließen des Hebers bei e, Fig. 5, hört auf, wenn man die Oeffnung des Röhrchens bei a zuhält.

Die Größe des Luftdrucks wird durch das Barometer gemessen. Füllt man ein einerseits ganz geschlossenes Rohr von nahe 1 Meter Länge ganz mit Quecksilber, schließt dann die Oeffnung mit dem Finger um bei umgekehrter Lage die Oeffnung in ein Gefäß mit Quecksilber einzutauchen, Fig. 6, so kann man nun den Finger von der Oeffnung wegziehen, ohne daß das Quecksilber ganz aus dem Rohr herausfällt. Das Rohr bleibt vielmehr eine Quecksilbersäule von mehr als 28 Zoll stehen. Ueber der Quecksilbersäule befindet sich im Rohr ein luftleerer Raum, das Torricelli'sche Vacuum. Die Höhe der Quecksilbersäule im Rohr ist ein Maß für die Größe des Luftdrucks. Die gewöhnlichern Formen des Barometers sind: das Gefäßbarometer, Fig. 7, und das Heberbarometer, Fig. 8.

Das Gesetz, nach welchem sich das Volumen einer gegebenen Luftmasse ändert, wenn der Druck verändert wird nach seinem Entdecker das Mariotte'sche Gesetz genannt. Das Gesetz heißt: Das Volumen einer gegebenen Luftmenge ist dem Druck umgekehrt proportional, unter welchem sie steht. Zur Bestätigung dieses Gesetzes dient der Apparat Fig. 9. Er besteht aus einer kurzen oben geschlossenen Röhre, welche mit einer langen oben offenen in Verbindung steht. Zunächst wird das Quecksilber eingegossen, daß im kurzen Rohr ein Luftvolumen abgesperrt ist, während das Quecksilber in beiden Schenkeln gleich hoch steht, Fig. 10. Die abgesperrte Luftmenge steht nun unter dem Druck der Atmosphäre. Um die abgesperrte Luft auf $^1/_2$ (Fig. 11) oder auf $^1/_3$ (Fig. 9) ihres ursprünglichen Volumens zu comprimiren, muß man im längern Rohr so viel Quecksilber aufgießen, daß es hier um die Höhe von 1 oder 2 Barometerhöhen über dem Niveau des Quecksilbers im kurzen Rohr steht.

Um die Luft in einem beliebigen Recipienten zu verdünnen, bedient man sich der Luftpumpe. Einfache Handluftpumpe ist in Fig. 12 dargestellt. Sie besteht einem hohlen Messingcylinder A bewegt sich ein Stiefel, welcher beim Aufziehen luftdicht schließt. Das untere Ende des Cylinders (Stiefels) A ist durch das Ventilrohr t in Verbindung mit dem Teller dd, auf welchem eine Glasglocke luftdicht aufgesetzt ist. Die Höhlung dieser Glocke bildet den luftleer zu machenden Raum, den Recipienten. Wenn nun der Kolben K aufgezogen wird, so bildet sich unter ihm ein verdünnter Raum und in diesen strömt nun ein Theil der Luft aus dem Recipienten ein. Wenn der Kolben oben angekommen ist, wird er wieder niedergedrückt; dabei darf aber die Luft aus dem Stiefel nicht in den Recipienten zurückgehen, wird dies durch ein Blasenventil verhindert, welches sich auf dem Boden des Stiefels befindet und nur sich durch einen Druck von unten öffnet, durch einen Druck von oben aber geschlossen wird. Ein solches Ventil befindet sich in der Höhlung des Kolbens. Es öffnet sich beim Niederdrücken des Kolbens, um die Luft aus dem untern Theil des Stiefels entweichen zu lassen. Bei einem abermaligen Aufziehen des Kolbens schließt sich das Kolbenventil wieder, das Bodenventil öffnet sich und eine neue Portion Luft geht aus dem Recipienten in den Stiefel über u. s. w. Fig. 13 und 14 erläutern die Construction des Blasenventils im Kolben.

Durch Oeffnen des Hahns n kann die in ein Quecksilbergefäß eintauchende Glasröhre b mit der Höhlung des Stiefels und des Recipienten in Verbindung gesetzt werden. Beim Auspumpen der Luft wird das Quecksilber in b steigen, und aus der Höhe, bis hier gehobenen Quecksilbersäule kann man auf den Grad der Verdünnung schließen.

Bei der Construction der Luftpumpen kann man die der Ventile auch entsprechend construirte Hähne anwenden

Man unterscheidet danach Ventil- und Hahnenluftpumpen. Fig. 15 und 16 stellen zwei Ansichten einer zweistiefeligen Ventilluftpumpe dar. Während der Kolben in einem Stiefel steigt, geht er im andern Stiefel nieder, sodaß immer ein Stiefel auspumpend wirkt, wodurch das Evacuiren sehr beschleunigt wird.

Die wichtigsten Luftpumpen-Versuche sind folgende. Auf die Mitte des Luftpumpentellers wird eine Hohlkugel von Messing aufgeschraubt, Fig. 17, von welcher ein durch einen Hahn verschließbarer Kanal vertical herabgeht, und auf diese dann eine zweite Halbkugel (Magdeburger Halbkugeln) luftdicht schließend aufgesetzt. Wenn man nun die Luft aus dem Innern der Hohlkugel herauspumpt und dann den Hahn schließt, so kann man mit der größten Kraftanstrengung die Halbkugeln nicht mehr auseinanderreißen, Fig. 18.

Fig. 19 stellt eine 8—10 Fuß lange, oben und unten mit einer Messingfassung versehene Glasröhre dar. Die untere, durch einen Hahn verschließbare Fassung kann auf eine Luftpumpe aufgeschraubt werden. In der Röhre befindet sich ein großes Schrotkorn und ein Papierscheibchen. Kehrt man die Röhre schnell um, sodaß das Ende, welches jetzt unten ist, das obere wird, so fällt das Papierscheibchen weit langsamer herab als das Schrotkorn, solange die Röhre mit Luft gefüllt ist. Sobald sie aber luftleer gemacht ist, fallen Schrotkorn und Papierscheibe gleich schnell.

Wenn man ein Gefäßbarometer von der Form Fig. 20 unter eine enge und hohe Luftpumpen-Glocke, Fig. 21, setzt, so wird die Quecksilbersäule des Barometers fallen, sobald man die Luft mehr und mehr aus dem Recipienten auszieht, sie steigt wieder, wenn man Luft einläßt.

Das archimedische Gesetz gilt auch für Luft. Jeder in Luft eingetauchte Körper verliert an seinem Gewicht so viel, als die verdrängte Luftmasse wiegt. Ist ein Körper leichter als die verdrängte Luftmasse, so muß er steigen. Der Luftballon steigt, wenn die Hülle desselben sammt dem eingeschlossenen leichten Gase (Wasserstoffgas oder Leuchtgas) weniger wiegt, als ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft. — In Fig. 12 sehen wir unter der Glocke der Luftpumpe einen Apparat (Baroskop), welcher dazu dient, den Gewichtsverlust der Körper in der Luft zu erläutern. An einem kleinen Wagbalken hängt einerseits eine hohle Glaskugel, andererseits eine massive Metallkugel, welche sich einander das Gleichgewicht halten, wenn der Apparat im lufterfüllten Raume steht. Unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, sinkt aber die Glaskugel um so tiefer, je weiter evacuirt wird.

Um kleinere Räume möglichst vollkommen luftleer zu machen, wendet man die Quecksilberluftpumpe, Fig. 22, an. Das Glasgefäß A steht durch die Glasröhre C und den starken Gummischlauch D mit dem Glasgefäß B in Verbindung. Oben ist A durch einen Glashahn geschlossen, dessen Construction aus Fig. 23 deutlicher zu ersehen ist, und welcher je nach seiner Stellung die Verbindung von A mit der Höhlung der kleinen Glaskugel o oder mit dem bei r anzusetzenden kleinen Recipienten vermittelt. Während der Hahn so steht, daß A mit p verbunden ist, wird B so hoch gehoben, daß das Quecksilber bis in die Mitte der kleinen Kugel o steigt. Wird nun der Hahn um $^1/_4$ Umdrehung gedreht, sodaß jetzt Verbindung zwischen A und dem Recipienten besteht, und dann B langsam gesenkt, so sinkt das Quecksilber in A, und die Luft tritt zum größten Theil aus dem Recipienten nach A. Nun wird der Hahn wieder in seine Anfangsstellung gebracht und durch Heben von B die Luft aus A durch p ausgetrieben, u. s. w.

Auch zum Comprimiren der Luft hat man Apparate construirt, welche man als Compressionspumpen bezeichnet. Eine der bekanntesten Formen der Compressionspumpe ist die Windbüchse, Fig. 24. Der Recipient der Windbüchse ist durch ein Ventil geschlossen, welches sich durch einen Druck von außen öffnet, durch einen Druck von innen aber schließt. Dieser Recipient wird an das Laderohr angeschraubt, in welchem ein massiver Kolben auf- und abbewegt werden kann. Wenn sich der Kolben am untern Ende seiner Bahn befindet, so dringt die Luft durch die Oeffnungen a in das Laderohr ein; diese Luft wird nun beim Hinaufsteigen des Kolbens in das Reservoir hineingepreßt; wird der Kolben dann wieder niedergezogen, so kann die Luft aus dem Recipienten nicht wieder zurücktreten, das Laderohr füllt sich aber, wenn der Kolben unten angekommen ist, von neuem mit Luft, die abermals in den Recipienten hineingepreßt wird u. s. w.

Der Heronsball ist ein zum Theil mit Wasser, zum Theil mit Luft gefülltes geschlossenes Gefäß, in welches ein mit enger Oeffnung versehenes Rohr fast auf den Boden hinabreicht. Wird nun die Luft im Apparat comprimirt, so wird durch den Druck derselben ein Wasserstrahl durch die Röhre hinausgetrieben. Die einfachste Form des Heronsballs ist die Spritzflasche der Chemiker, Fig. 25, bei welcher die Compression durch Einblasen der Luft mit dem Munde bewerkstellt ligt wird. Fig. 26 stellt einen metallenen Heronsball dar, welcher, um Luft einzupressen, auf eine Compressionspumpe aufgeschraubt wird.

Solche Apparate, welche man braucht, um den Druck, die Spannkraft eingeschlossener Gase und Dämpfe zu messen, nennt man Manometer; eine der einfachsten Formen derselben, wie sie zum Messen des Gasdrucks in den Leuchtgas-Röhrenleitungen gebraucht wird, ist in Fig. 27 dargestellt, eine doppelt gebogene Glasröhre, welche mit dem unten offenen Schenkel bei a auf den Gasbehälter aufgesetzt wird, während die oben offene Mündung d mit der atmosphärischen Luft communicirt. Die Flüssigkeit steigt in cd, wenn der Druck des eingeschlossenen Gases von a her größer ist als der der äußern Luft. Fig. 28 zeigt eine etwas andere Form des Manometers, wie sie von den Chemikern als Sicherheitsröhre bezeichnet wird.

Wenn es sich nur um ganz geringen Ueberdruck des eingesperrten Gases handelt, dient Wasser als Sperrungsflüssigkeit. Wird der Ueberdruck stärker, so muß man Quecksilber nehmen und die Manometerröhren lang genug machen, um Quecksilbersäulen von namhafter Höhe aufnehmen zu können.

Zur Messung sehr starken Gas- oder Dampfdrucks wendet man oben geschlossene, mit Luft gefüllte Manometerröhren, Fig. 29, an. Hier ist es also nicht allein der Druck der gehobenen Quecksilbersäule, welchem das eingeschlossene Gas oder der Dampf das Gleichgewicht zu halten hat, sondern der Druck der im Manometer vorher abgesperrten Luft, welcher auf 2, 4, 8 u. s. w. Atmosphären steigt, wenn sie auf $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ ihres ursprünglichen Volumens zusammengepreßt wird. Solche Manometer nennt man Compressionsmanometer.

IV. Dynamik.

Die Dynamik begreift die Lehre von der Bewegung. Die beiden Grundgesetze der Bewegung sind:

1) Das Gesetz der Trägheit, demzufolge jeder Körper in dem Bewegungszustand zu beharren strebt, in dem er sich eben befindet. Es ist also stets eine Kraft nöthig, um den Bewegungszustand eines Körpers zu ändern. Wenn keinerlei Kraft auf einen bewegten

Körper einwirkt, so bewegt er sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit in gerader Richtung fort.

2) Wenn auf einen bewegten Körper eine Kraft einwirkt, so ist der Weg, welchen er in einem kleinen Zeittheilchen zurücklegt, die Resultirende derjenigen Bahnen, welche der Körper einerseits vermöge der bereits erlangten Geschwindigkeit, und andererseits unter dem alleinigen Einfluß der beschleunigenden Kraft zurücklegen würde.

Am einfachsten läßt sich dies beim Fallgesetz nachweisen. Ein Körper, der eine Zeit lang gefallen ist, hat dadurch eine gewisse Geschwindigkeit erlangt, vermöge deren er sich auch noch fortbewegen würde, wenn auch die Schwerkraft auf ihn zu wirken aufhörte; in jeder folgenden Secunde summirt sich also die schon erlangte Geschwindigkeit mit der neuen Wirkung der Schwere.

Aus einer mathematischen Discussion der eben angedeuteten Grundsätze ergeben sich nun folgende Gesetze des freien Falls:

1) Die Fallräume sind dem Quadrate der Fallzeiten proportional. Der Fallraum der ersten Secunde beträgt ohngefähr 15 Fuß. Es sind demnach die Fallräume von

1	2	3	4	5	6	Secunden
15	60	135	240	375	540	Fuß.

2) Die Endgeschwindigkeiten sind den Fallzeiten proportional, und zwar ist die Endgeschwindigkeit von

1	2	3	4	5	6	Secunden
30	60	90	120	150	180	Fuß,

d. h. wenn die Schwere z. B. am Ende der vierten Secunde zu wirken aufhörte, so würde der Körper in jeder folgenden Secunde doch noch einen Weg von 120 Fuß zurücklegen.

Wie man sieht, sind für den freien Fall die wenigen Secunden entsprechenden Fallräume viel zu groß, als daß man die Richtigkeit des Gesetzes durch den Versuch bequem constatiren könnte. Zu diesem Zweck muß man dafür sorgen, daß der Fall nach dem gleichen Gesetz viel langsamer vor sich geht, wie dies bei der Fallrinne, Fig. 30, geschieht. Wenn man dem Stück ab der Rinne eine solche Neigung gegen die Horizontale gibt, daß eine Kugel in 1 Secunde den Weg von 1 Decimeter (von 1 bis b) durchläuft, so werden in 2 und 3 Secunden die Wege von 4 und 9 Decimeter (also von 4 und 9 bis b) durchlaufen.

Ist die Kugel in 1 Secunde von 1 bis b herabgerollt, so hat sie nun eine solche Geschwindigkeit erlangt, daß sie auf der horizontalen Rinne bc, also ohne weitere Beschleunigung von b bis 2 läuft. Ist die Kugel in 2 oder in 3 Secunden von 4 oder von 9 bis b herabgerollt, so läuft sie in der folgenden Secunde auf der horizontalen Rinne noch bis 4 oder bis 6.

Noch genauer lassen sich diese Gesetze mit der Atwood'schen Fallmaschine, Taf. 1, Fig. 44, beweisen. Sie besteht im wesentlichen aus einer um eine horizontale Axe leicht drehbaren Rolle, welche auf dem Gipfel einer ohngefähr 6 Fuß hohen verticalen Säule befestigt ist. Ueber die Rolle ist eine Schnur geschlungen, an deren Enden gleiche Gewichte m und n hängen. Legt man auf der einen Seite auf n ein Uebergewicht r auf, so wird n und r fallen und m steigen. Der Fall von n und r geht aber um so langsamer vor sich, je kleiner r im Vergleich zu m+n. Hat man das Uebergewicht r so justirt, daß der Fallraum der ersten Secunde 1 Zoll beträgt, so beträgt der Fallraum von 2, 3, 4 u. s. w. Secunden 4, 9, 16 u. s. w. Zoll.

Fig. 45 zeigt das Gewicht n sammt dem Uebergewicht r, wie es für den eben besprochenen Versuch eingerichtet sein muß. Um aber Versuche über die Endgeschwindigkeit zu machen, welche der fallende Körper in 2, 3, 4 Secunden erlangt, muß man dafür sorgen, daß das Uebergewicht nach 2, 3, 4 Secunden weggenommen wird. Zu diesem Zweck muß das Uebergewicht die Gestalt Fig. 46 haben, sodaß es auf einem in Fig. 44 sichtbaren durchbrochenen Schieber liegen bleibt, während das Gewicht n frei durch die Höhlung dieses Schiebers hindurchgeht.

Stellt in Fig. 30, Taf. 2, a1 den Fallraum der ersten Secunde dar, so ist a2, a3, a4 und a5 der Fallraum von 2, 3, 4 und 5 Secunden.

Beim freien Fall ist die Richtung der Bewegung die gleiche wie die Richtung der beschleunigenden Kraft; wenn dies nicht der Fall ist, so bewirkt die beschleunigende Kraft eine stetige Abweichung von der Bewegungsrichtung, infolge dessen der Körper eine krumme Linie beschreibt, wie dies z. B. bei der Wurfbewegung der Fall ist. Nehmen wir z. B. an, dem Körper in a, Fig. 31, werde in horizontaler Richtung ein Stoß ertheilt, vermöge dessen er sich am Ende der 1., 2., 3., 4., 5. Secunde in den Punkten b, c, d, e, f befinden würde, so wird er durch die Schwerkraft in 1, 2, 3, 4, 5 Secunden um die Längen a1, a2, a3, a4 und a5 von den Punkten b, c, d, e, f herabgezogen sein, kurz der horizontal geworfene Körper beschreibt die Bahn ab'c'd'f', welche eine Parabel sein würde, wenn kein Luftwiderstand stattfände.

Wenn einem Körper, welcher durch eine beschleunigende Kraft stets gegen einen und denselben Anziehungsmittelpunkt angezogen wird, einmal ein seitlicher Impuls von entsprechender Größe mitgetheilt wird, so combinirt sich seine seitliche Geschwindigkeit in der Weise mit der Centralkraft (Centripetalkraft), daß er sich in einer krummen Linie um den Anziehungsmittelpunkt herumbewegt. Von dieser Art ist die Bewegung der Erde und der übrigen Planeten um die Sonne. Wie eine solche Centralbewegung zu Stande kommt, wird durch Fig. 32, Taf. 2, erläutert.

Nehmen wir an, der Körper a werde mit einer solchen Kraft gegen den Anziehungsmittelpunkt m getrieben, daß er in der Zeiteinheit den Weg ac zurücklegen würde, gleichzeitig aber sei er mit einer seitlichen Geschwindigkeit behaftet, vermöge deren er sich in der Zeiteinheit von a nach b bewegen würde, so muß er unter dem gleichzeitigen Einfluß der Centralkraft und der seitlichen Geschwindigkeit in der Zeiteinheit den Weg ad zurücklegen. In d kommt er aber mit solcher Geschwindigkeit an, daß er sich nach dem Gesetze der Trägheit in den folgenden Zeittheilchen von d nach e bewegen würde; durch die neue Einwirkung der Centralkraft wird er aber abermals um df gegen m hingetrieben, er wird also in diesem Zeittheilchen den Weg dg zurücklegen u. s. w. Die gebrochene Linie adg geht aber in Wirklichkeit in eine krumme Linie über, da die Centralkraft nicht stoßweise, sondern stetig wirkt. Die Natur der krummen Linie, welche a um m beschreibt, hängt von dem Verhältniß der Centralkraft zu der seitlichen Geschwindigkeit (Tangentialkraft) ab.

Wenn die Centralkraft in einem bestimmten Moment auf den Körper zu wirken aufhörte, so würde er sich in der Richtung der Tangente seiner bisherigen Bahn, also in gerader Linie fortbewegen; durch die Centralkraft wird er aber beständig aus der tangentialen Richtung heraus gegen den Anziehungsmittelpunkt hingetrieben.

Wenn ein Körper um einen festen Mittelpunkt herumgeschleudert wird, wie z. B. der Stein (Fig. 3, Taf. 2) um die Hand, welche hier den Centralpunkt der Bahn bildet, welche der Stein beschreibt, so strebt er gleich-

falls beständig in tangentialer Richtung fortzufahren, die Schnur aber zieht ihn beständig aus der Richtung der Tangente in die Kreisbahn zurück, die Spannung der Schnur tritt also hier an die Stelle der oben betrachteten Centralkraft.

Die Kraft, mit welcher ein um eine feste Axe herumgeschwungener Körper sich von derselben zu entfernen strebt, in unserm Falle also die Kraft, welche die Schnur spannt, nennt man Schwungkraft, Fliehkraft, Centrifugalkraft. Sie wächst mit der Masse des herumgeschwungenen Körpers, mit dem Radius des beschriebenen Kreises und mit der Geschwindigkeit der Umdrehung.

Um Versuche über die Schwungkraft anzustellen, bedient man sich der Schwungmaschine, Fig. 47, Taf. 1. Durch Umdrehung des größern Rades c wird die Axe a in rasche Rotation versetzt; auf der Axe a aber werden verschiedene Vorrichtungen, Fig. 48 bis 51, aufgesetzt, mit welchen man experimentiren will.

Fig. 48 ist ein bauchiges Glasgefäß, auf dessen Boden etwas Quecksilber und gefärbtes Wasser gegossen wird; wenn es rasch um seine Axe rotirt, so steigen die Flüssigkeiten in die Höhe und bilden einen im Bauch des Gefäßes schwebenden Ring, und zwar wird sich der Quecksilberring am weitesten von der Umdrehungsaxe entfernen. Der Apparat Fig. 49 zeigt zwei Elfenbeinkugeln von ungleichem Durchmesser, welche auf einem horizontal ausgespannten Metalldraht leicht verschiebbar durch Schnüre in bestimmter gegenseitiger Entfernung gehalten werden. Stellt man die Kugeln so, daß sich ihr Abstand von der Umdrehungsaxe umgekehrt verhält wie ihre Massen, so halten sie sich bei rascher Rotation des Apparats das Gleichgewicht, während sie nach der einen oder andern Seite hinfahren, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist.

Wenn der Apparat Fig. 50 auf die Schwungmaschine aufgesetzt ist, so wird bei einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit die Schwungkraft der Messingkugel d im Stande sein, das im Centrum befindliche Gewicht c zu heben, bei doppelter Umdrehungsgeschwindigkeit wird ein 4 mal so großes bei c aufgelegtes Gewicht gehoben. Ist endlich der Apparat Fig. 51 auf die Schwungmaschine aufgesetzt, so werden sich bei rascher Rotation die elastischen Messingstreifen mehr und mehr krümmen, und dadurch wird die Hülse b, welche dieselben oben zusammenfaßt, mehr und mehr herabgezogen. Dieser Apparat dient dazu, zu zeigen, daß die Abplattung der Erde eine Folge ihrer Axendrehung ist.

Eine Axe, um welche die Masse eines um sie rotirenden Körpers symmetrisch vertheilt ist, wird eine freie Axe genannt. Eine solche freie Axe hat nie einen einseitigen Zug auszuhalten, weil jede Kraft, welche sie nach einer Seite zieht, durch eine vollkommen gleiche nach der entgegengesetzten Seite wirkende äquilibrirt ist. Ein jeder um eine freie Axe rotirender Körper zeigt eine große Stabilität, d. h. ein Bestreben, in der Lage zu verharren, in welcher er sich befindet, und Kräften, die ihn aus dieser Lage zu verdrängen streben, einen Widerstand entgegenzusetzen. Man kann dies schon an jedem Kreisel sehen, welcher rotirend auf einer Spitze steht, ohne umzufallen, was unfehlbar erfolgen muß, wenn er ohne Rotation ist.

Am auffallendsten zeigt sich dies an dem Gyroskop, Fig. 34, Taf. 2. Eine mit einem dicken Wulst umgebene messingene Scheibe a ist um eine Stahlaxe drehbar, welche in Spitzen läuft. Diese Spitzen sind in einem messingenen Ringe befestigt, welcher mit einem Ansatzstück n versehen ist, in dessen unterer Fläche sich eine kleine Vertiefung bei o befindet. Wird die ganze Vorrichtung in der Stellung, wie es die Figur zeigt, mittels dieser Vertiefung auf eine Stahlspitze aufgesetzt, so fällt sie, um o sich drehend, durch ihr Gewicht rasch herab, bis z den Boden berührt, wenn die Scheibe a nicht rotirt. Ist aber die Scheibe in rasche Rotation versetzt, so behält der ganze Apparat, trotz seines bedeutenden Gewichts, seine horizontale Lage bei, sich dabei langsam in horizontaler Ebene um eine verticale Axe drehend.

Ein einfaches Pendel besteht aus einer schweren kleinen Kugel oder einem Doppelkegel, welcher an einem einfachen Faden oder besser an einem Doppelfaden aufgehängt ist, wie Fig. 35, Taf. 2, zeigt. Aus seiner Gleichgewichtslage etwas entfernt und sich dann selbst überlassen, wird die Pendelkugel durch die Schwere in ihre Gleichgewichtslage zurückgeführt. Hier aber kommt sie mit einer solchen Geschwindigkeit an, daß sie auf der andern Seite ebenso hoch aufsteigt, wie sie auf der einen herabfiel. So dauern denn diese Schwingungen eine Zeit lang fort, bis sie nach und nach wegen verschiedener Widerstände kleiner werden und endlich ganz aufhören. Die Gesetze der Pendelschwingungen sind

1) die Schwingungsdauer eines Pendels ist unabhängig von dem Stoff, aus welchem die Kugel verfertigt ist.

2) Die Schwingungsdauer ist unabhängig von der Größe des Ausschlagswinkels, solange derselbe überhaupt klein bleibt, sie bleibt also dieselbe, mag der Ausschlagswinkel 1, 2 oder 3 Grad betragen.

3) Die Schwingungsdauer ist der Quadratwurzel aus der Pendellänge proportional. Ein 4 mal, ein 9 mal längeres Pendel wird also eine 2 mal, eine 3 mal größere Schwingungsdauer haben, wie man dies mit Hülfe der Vorrichtung Fig. 35 nachweisen kann.

Das zuletzt ausgesprochene Gesetz bezieht sich nur auf einfache Pendel, es gilt nicht für materielle Pendel, welche aus einer Stange von namhaftem Gewicht bestehen, an welche an verschiedenen Stellen noch weitere schwere Massen angebracht sind, wie z. B. Fig. 36 und 37, Taf. 2, zeigt. Das um die Schneide a schwingende Pendel Fig. 36 wird offenbar langsamer schwingen, als wenn nur die obere, aber schneller, als wenn nur die untere Bleilinse vorhanden wäre. Die obere Linse ist also in ihrer Bewegung verzögert, die untere ist beschleunigt.

Wenn ein Theil der Masse des Pendels über der Schneide liegt, um welche es schwingt, wie dies z. B. bei dem Pendel Fig. 37 der Fall ist, so wird dadurch die Schwingungsdauer des Pendels vergrößert.

Ueberall da, wo ein fester Körper unter einem gewissen Druck über einem andern hinbewegt wird, muß ein Widerstand überwunden werden, welcher unter dem Namen der Reibung bekannt ist. So ist z. B. eine namhafte Kraft nöthig, um eine Last auf horizontaler Ebene fortzuschleifen. Die Größe dieser Kraft ist ein aliquoter Theil der Last. Das Verhältniß der Größe der Reibung zur Last wird Reibungscoëfficient genannt. Der Reibungscoëfficient ist abhängig von der Natur der übereinander hergleitenden Flächen. Er ist für

Eisen auf Eisen ...	0,28
Eisen auf Kupfer	0,18
Eichen auf Eichen	0,42
Kiefern auf Kiefern	0,57.

Um den Werth der Reibungscoëfficienten zu ermitteln, bedient man sich des Tribometers, Fig. 52, Taf. 1, welches aus der Figur wol auch ohne weitere Beschreibung verständlich ist. Beträgt z. B. das Gewicht des Kästchens A sammt seinem Inhalt 1000 Grammen, so muß die Wagschale D sammt aufgelegtem Gewicht 280 Grammen wiegen, um das Kästchen über zwei parallele eiserne Schienen B wegzuziehen, wenn die untere Fläche des Kästchens A aus einer Eisenplatte besteht.

Wo ein Körper über einen andern wegrollt, findet wälzende Reibung statt, welche weit geringer ist, als die gleitende. Am Umfang unserer Wagenräder findet wälzende Reibung statt, an den Axen aber gleitende Reibung.

Die Reibung ist ein Bewegungshinderniß, welches in allen unsern Maschinen einen namhaften Theil der bewegenden Kraft absorbirt, also hier sehr störend wirkt. Alle Nachtheile der Reibung sind aber unbedeutend gegen die großen Vortheile, welche sie uns gewährt. Ohne Reibung könnten wir weder stehen noch gehen (Glatteis), ohne Reibung könnten wir nichts in der Hand fest halten. Die Reibung bietet dem Huf des Pferdes, dem Treibrad der Locomotive den Stützpunkt, deren sie bedürfen, um die nachfolgenden Lasten nachzuziehen u. s. w. Eine interessante Anwendung der Reibung wird durch Fig. 38, Taf. 2, erläutert. Eine Last P hängt an einem Seil, welches mehrmals über einen nicht drehbaren Cylinder geschlungen ist. Die Last P kann nun nicht niedergehen, ohne daß das Seil am Umfang des Cylinders eine bedeutende Reibung zu überwinden hat, es bedarf deshalb nur einer geringen, am andern Ende des Seils wirkenden Kraft O, um der Last P das Gleichgewicht zu halten.

Die Bewegungserscheinungen flüssiger Körper unterscheiden sich dadurch wesentlich von denen fester Körper, daß sich einzelne Theile leicht von der ganzen Masse ablösen und für sich bewegen können; bringt man z. B. im Boden oder in der Seitenwand eines mit Wasser gefüllten Gefäßes eine Oeffnung an, so springt aus dieser ein Wasserstrahl hervor, während die Wassermasse im Gefäß fast ganz in Ruhe bleibt. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Wasserstrahl aus einer in dünner Wand gemachten Oeffnung hervorschießt, ist gleich der Geschwindigkeit, welche ein freifallender Körper erlangt, wenn er vom Spiegel der Flüssigkeit im Gefäß bis zu der Ausflußöffnung herabfällt.

Um die Richtigkeit dieses Gesetzes nachzuweisen, kann man sich u. a. des Mariotte'schen Ausflußgefäßes, Fig. 39, Taf. 2, bedienen. Eine große Glasflasche ist unten mit einem kurzen Seitenrohr versehen, auf welches eine Messingfassung rs aufgekittet ist; auf diese wird dann die Messingplatte mit der Ausströmungsöffnung o aufgeschraubt. Oben ist die Flasche durch einen Korkl luftdicht geschlossen, durch welchen ein bis unter den Wasserspiegel hinabreichendes Rohr ba hindurchgeht. Alles Wasser über a ist durch den Luftdruck äquilibrirt, der Ausfluß bei o erfolgt also unter dem Druck einer Wassersäule, deren Höhe gleich ist der Höhendifferenz zwischen a und o. Stellt man also die Röhre ba so, daß sich a 1, 2, 3, 4 Decimeter hoch über o befindet, so erfolgt der Ausfluß unter dem Druck einer Wassersäule von 1, 2, 3, 4 Decimeter Höhe. Der ausfließende Strahl beschreibt also eine Parabel, deren Gestalt man nach der berechneten Ausflußgeschwindigkeit construiren kann.

Das Ausströmen der Gase aus feinen Oeffnungen der Recipienten, in welchen sie enthalten und durch den Druck einer Wasser- oder Quecksilbersäule comprimirt sind, erfolgt nach denselben Gesetzen, nur muß man als Druckhöhe die Höhe einer Gassäule von gleicher Dichtigkeit mit dem eingeschlossenen Gase setzen, welche der comprimirenden Wasser- oder Quecksilbersäule das Gleichgewicht hält.

B. Akustik.

(Tafel 3.)

Akustik ist die Lehre vom Schall.

Der Schall wird hervorgebracht durch die rasche Oscillationsbewegung eines elastischen Körpers, welche in den umgebenden Medien eine Wellenbewegung erzeugt und welche bis zum Ohre fortgepflanzt hier die Empfindung des Schalls hervorruft.

Wenn der oscillirende Körper nach einer Seite hin schwingt, so wird hier die Luft verdichtet und diese Verdichtung pflanzt sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit fort; wenn aber der oscillirende Körper zurückschwingt, so wird dadurch eine Luftverdünnung erzeugt, welche der vorangegangenen Verdichtungswelle mit der gleichen Geschwindigkeit folgt. Fig. 1 zeigt, wie sich die regelmäßig aufeinanderfolgenden Verdichtungs- und Verdünnungswellen von dem schallenden Körper aus bis zum Ohre verbreiten.

Fig. 2 soll dazu dienen, die Bildung der Schallwellen näher zu erläutern. Der Einfachheit wegen wollen wir eine Luftsäule betrachten, welche in einer Röhre eingeschlossen ist, an deren einem Ende ein Kolben q rasch hin- und herschwingt. Bei 1 hat der Kolben seine Bewegung noch nicht begonnen, die einzelnen Luftschichten in der Röhre sind gleich dicht. Sobald der Kolben q zu oscilliren beginnt, theilt sich seine Oscillationsbewegung den folgenden Luftschichten mit, aber so, daß die Bewegung die folgenden Schichten um so später erreicht, je weiter sie vom Kolben entfernt sind.

Nr. II, Fig. 2 stellt den Moment dar, wo der Kolben q zum ersten mal seine Bewegung nach rechts vollendet hat; die Bewegung hat sich unterdeß bis zur Luftschicht 6 fortgepflanzt, welche in demselben Moment ihre Bewegung nach rechts beginnt, in welchem der Kolben sie beendigt hat. Zwischen dem Kolben und der Schicht 6 muß eine Luftverdichtung stattfinden, welche sich, da die verdichtete Luft sich wieder auszudehnen strebt, nach rechts und zwar mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortpflanzt.

Unterdessen aber geht der Kolben in seine Anfangsstellung zurück. Ist er in derselben angekommen, Nr. III, so ist nun die Bewegung bis zur Luftschicht 12, die größte Verdichtung bis zur Schicht 9 fortgeschritten, zwischen 6 und dem zurückgehenden Kolben hat sich aber nun eine Luftverdünnung gebildet, welche der vorangehenden Verdichtungswelle mit der gleichen Geschwindigkeit folgt.

Bei jeder folgenden Oscillation bildet sich nun von neuem eine Verdichtungs- und Verdünnungswelle, die einander mit gleichförmiger Geschwindigkeit folgen, wie Nr. IV und V anschaulich machen sollen, welche die Momente darstellen, in welchen der oscillirende Kolben seinen Hin- und Hergang zum zweiten und zum dritten male vollendet hat.

Der Abstand von der Mitte einer Verdichtungswelle bis zur nächsten, oder von einem Maximum der Verdünnung bis zum folgenden, also in Fig. 2, Nr. V, von 9 bis 21 und von 3 bis 15 ist eine Wellenlänge.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Schallwellen in der Luft fortpflanzen, ist ohngefähr 1050 Fuß in der Secunde. Für tiefe Töne ist die Wellenlänge größer, für hohe ist sie kleiner. Für das eingestrichene c ist die Wellenlänge ungefähr $4\frac{1}{10}$ Fuß.

Ebenso wie in Luft können sich die Schallwellen auch in festen Körpern und in Flüssigkeiten verbreiten, doch ist in beiden die Fortpflanzungsgeschwindigkeit weit größer als in Luft. Im leeren Raume kann sich der Schall nicht fortpflanzen, wie der Versuch zeigt, wenn man ein aufgezogenes Weckerwerk unter die Glocke der Luftpumpe bringt, Fig. 3, und dann evacuirt.

Die Schallstrahlen werden nach denselben Gesetzen reflectirt, wie die Licht- und Wärmestrahlen, wie dies aus dem Hohlspiegelversuch Fig. 4 hervorgeht. Bringt man in den Brennpunkt A eines sphärischen Hohlspiegels rs eine Taschenuhr, so werden alle von

ihr ausgehenden Schallstrahlen parallel mit der Axe des Hohlspiegels rs reflectirt. Fängt man sie nun mit einem zweiten Hohlspiegel tu auf, der so aufgestellt ist, daß seine Axe mit der von rs zusammenfällt, so wird das von rs kommende Strahlenbündel von tu so reflectirt, daß die reflectirten Schallstrahlen im Brennpunkt B wieder vereinigt werden. Ein in B befindliches Ohr hört die Uhr ticken, selbst wenn der Abstand der beiden Hohlspiegel 20—40 Fuß und mehr beträgt.

Auf der Reflexion des Schalls beruht die Bildung des Echos, die Construction des Hörrohrs und des Sprachrohrs.

Wenn man eine durch Anstreichen mit dem Fiedelbogen zum Tönen gebrachte Glasglocke über eine unten geschlossene Papprohre, Fig. 5, hält, so vernimmt man eine bedeutende Verstärkung des Tons, wenn die Länge der Röhre gerade $\frac{1}{4}$ von der Wellenlänge des einfallenden Tons ist. Ebenso hört man eine Verstärkung, wenn man eine angeschlagene Stimmgabel (eingestrichenes a) über einen etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll weiten Glascylinder, Fig. 6, hält, der so weit mit Wasser gefüllt ist, daß oben ungefähr ein $7\frac{7}{10}$ Zoll hoher Raum frei bleibt. Diese Verstärkung des Tons rührt daher, daß durch das Zusammenwirken (Interferenz) der einfallenden und der am Boden des Rohrs reflectirten Schallwellen die Luftsäule im Rohr in den Zustand stehender Schwingungen versetzt wird, sodaß alle Luftschichten im Rohr gleichzeitig sich gegen den Boden hin und dann gleichzeitig wieder vom Boden weghewegen, was bewirkt, daß am Boden abwechselnd eine Verdichtung und dann wieder eine Verdünnung der Luft stattfindet, wie Fig. 8 andeutet, während am Eingange der Röhre zwar die Lufttheilchen lebhaft hin- und hergehen, ohne daß jedoch hier eine Verdichtung oder Verdünnung stattfände.

Die Luftsäule im Rohre, Fig. 5, kommt auch in Selbsttönen, wenn man über dieselbe eine mit dem Fiedelbogen angestrichene Glocke hält, die einen Ton gibt, dessen Wellenlänge $\frac{1}{4}$ mal so groß ist als die Länge der Röhre. In diesem Falle bildet sich in dem Rohre ein Schwingungsknoten bei T, Fig. 9, welcher um $\frac{1}{4}$ der Röhrenlänge von der Mündung absteht; die Luftschicht an dieser Stelle bleibt ohne Bewegung, indem aber von beiden Seiten sich alle Luftschichten im Rohre gegen T hin bewegen, entsteht hier eine Luftverdichtung*) und gleichzeitig am Boden eine Luftverdünnung (Nr. I). Alsbald aber bewegen sich alle Luftschichten im Rohre nach beiden Seiten hin von T weg, dann entsteht bei T eine Luftverdünnung und am Boden aber eine Verdichtung (Nr. II). In der Mitte zwischen T und dem Boden findet weder Verdichtung noch Verdünnung statt, hier aber gehen die Luftschichten zwischen den weitesten Grenzen hin und her. Solche Stellen bezeichnet man als Bäuche.

Auch in beiderseits offenen Röhren kann man die Luft zum Selbsttönen bringen, wenn man einen tönenden Körper vor die eine Mündung hält, Fig. 7, dessen Wellenlänge doppelt so groß oder gleich ist der Länge des Rohrs. Im ersten Falle bildet sich ein Schwingungsknoten in der Mitte des Rohrs, im letztern Falle entstehen zwei, deren jeder um $\frac{1}{4}$ der Röhrenlänge von der nächsten Mündung absteht.

Um die Luftsäule in einem offenen oder gedeckten Rohre zum Tönen zu bringen, ist es aber nicht nöthig, die Wellen eines schon gebildeten Tons in die Röhre einfallen zu lassen, es erfolgt auch, wenn man einen Windstrom in geigneter Weise an den Rändern des Rohrs vorbeiführt, wie dies in zweckmäßigster Form bei den Orgelpfeifen, Fig. 10 und 11, geschieht. Die in den Fuß der Pfeifen aus der Windlade eingeblasene Luft dringt aus einer schmalen Spalte hervor, um sich an der obern Kante des Mundes zu brechen. Man unterscheidet offene (Fig. 10) und gedeckte Pfeifen, Fig. 11.

Die Existenz der Schwingungsknoten in Pfeifen läßt sich experimentell mit gläsernen Pfeifen, Fig. 12, nachweisen, in welche ein mit dünnem Papier überspanntes Rähmchen herabhängt. Auf das Papier wird etwas Sand gestreut, welcher ruhig bleibt oder lebhaft tanzt, je nachdem sich das Rähmchen an der Stelle eines Knotens oder eines Bauchs befindet.

Der tiefste Ton, welchen eine Pfeife bei verhältnißmäßig schwachem Winde gibt, ist ihr Grundton, bei verstärktem Winde gibt sie höhere Töne, welche man als Obertöne bezeichnet.

Die Höhe eines Tons hängt ab von seiner Schwingungszahl, d. h. von der Anzahl der Vibrationen, welche der tönende Körper in einer Secunde macht. Je größer die Schwingungszahl, desto höher der Ton. Man erhält die Schwingungszahl eines Tons, wenn man seine Wellenlänge in die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls dividirt. Da man nun durch die Länge einer Pfeife die Wellenlänge ihres Grundtons kennt, so kann man danach auch seine Schwingungszahl berechnen. So ist z. B. die Wellenlänge des Grundtons einer 2füßigen offenen Pfeife gleich 4 Fuß, also seine Schwingungszahl $\frac{1050}{4} = 262{,}5$. Gibt eine gegebene Pfeife einen bestimmten Grundton, so gibt also eine Pfeife von halber Länge einen Ton von doppelt so viel Schwingungen, welcher als Octav jenes Grundtons bezeichnet wird.

Daß die Octav doppelt so viel Schwingungen macht wie der Grundton, läßt sich auch dem Auge sichtbar machen. Um eine verticale Achse ist ein quadratisches Kästchen drehbar, Fig. 13, dessen vier Wände durch Spiegel gebildet sind. In der Nähe dieser Spiegel befindet sich eine flache Büchse, deren Rückwand durch eine feste Metallplatte, deren Vorderwand aber durch eine dünne gespannte Kautschukplatte gebildet wird. In diese Büchse wird von der Rückseite her durch einen Schlauch Leuchtgas eingeführt, welches durch einen kleinen Brenner wieder austritt. Das austretende Gas wird angezündet und bildet dann eine ruhige, durch ein Glasrohr vor Luftzug geschützte Flamme, welche in dem rotirenden Spiegel als ein continuirlicher Lichtstreif erscheint. Hält man aber vor die Vorderseite der Büchse eine offene Pfeife, so wird der Lichtstreif, sobald die Pfeife angeblasen wird, in eine Reihe einzelner Flammen zerlegt erscheinen, Fig. 14, deren Anzahl sich verdoppelt, wie die untere Flammenreihe der Fig. 14 zeigt, wenn die erste Pfeife mit einer zweiten vertauscht wird, welche die Octav der ersten gibt.

Von irgendeinem Ton ausgehend ist dessen Quint, dessen große Terz ein Ton, der $^2/_3$ mal, $^3/_4$ mal so viel Schwingungen macht als der erstere. Wird der Grundton durch eine Pfeife von der Länge l erzeugt, so erhält man seine Terz, seine Quint und seine Octav durch Pfeifen von der Länge $^4/_5$ l, $^2/_3$ l und $^1/_2$ l.

Genauer als durch Pfeifen kann man die Schwingungszahl eines Tons durch die Sirene bestimmen, deren einfachste Form in Fig. 15 dargestellt ist. An einer horizontalen Axe, welche in rasche Rotation versetzt werden kann, ist eine starke Pappscheibe angebracht, in welcher sich 4 concentrische Löcherreihen befinden; die innerste hat 48, die zweite hat $48 \cdot {}^3/_4 = 60$, die folgende $48 \cdot {}^3/_2 = 72$, die äußerste hat $48 \cdot 2 = 96$ Löcher. Durch ein Kautschukrohr B, in welchem ein Holzröhrchen steckt, dessen Mündung etwas enger ist als ein

*) In Fig. 9, I steht T an der unrechten Stelle; es muß vertical über T in Fig. 9, II stehen.

Loch der Scheibe, wird nun ein Luftstrom gegen eine rotirende Löcherreihe geblasen und dadurch ein Ton erzeugt, dessen Schwingungszahl gleich ist der in einer Secunde vor der Mündung passirenden Löcher. Macht z. B. die Scheibe 18 Umdrehungen in der Secunde, so wird durch die innerste Löcherreihe ein Ton erzeugt, dessen Schwingungszahl 18 . 48 = 864 ist. Es ist dies das zweigestrichene a (a″). Die zweite, dritte und äußerste Löcherreihe gibt dann bei gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe die große Terz, die Quint und die Octav von a″.

Mit großer Genauigkeit läßt sich die Schwingungszahl einer Stimmgabel mit Hülfe des Phonautographen, Fig. 16, bestimmen. Ein eiserner Stab, welcher an seinem einen Ende A mit einem durch die Schraubenmutter b geführten Schraubengewinde versehen ist, auf der andern Seite aber mittels einer Kurbel umgedreht werden kann, trägt in seiner Mitte eine messingene Trommel T. Auf dieser Trommel wird ein Papiermantel befestigt und mit einer stark rußenden Flamme geschwärzt. An die berußte Fläche wird alsdann eine große, in einem passenden Stativ befestigte Stimmgabel so herangerückt, daß der an der einen Zinke befestigte metallene feine Schreibstift r schwach gegen die Papierfläche angedrückt ist. Wird nun die Stimmgabel durch Anstreichen mit dem Fiedelbogen in Vibrationen versetzt und sogleich der Cylinder gedreht, so schreibt der Metallstift r auf der berußten Fläche eine Sinuscurve in der Art, wie Fig. 17 zeigt. Nun ist aber die Stimmgabel mit dem einen, die Axe der metallenen Walze mit dem andern Pole der Nebenspirale eines kräftigen Inductionsapparats verbunden. So oft der Hauptstrom desselben unterbrochen wird, schlägt ein Funke zwischen r und der Metallwalze über, welcher ein feines Loch in das geschwärzte Papier macht, wie solche bei a, b und c angedeutet sind. Wenn nun dafür gesorgt ist, daß der Hauptstrom genau alle Secunden einmal unterbrochen wird, so wird das Ende jeder Secunde durch ein solches Pünktchen markirt und man kann dann leicht die Anzahl der Schwingungen zählen, welche in 1″ gemacht worden sind.

Eine gespannte Saite kann entweder ihrer ganzen Länge nach schwingen, wie bei a, Fig. 18, angedeutet ist, und dann gibt sie ihren Grundton, oder sie kann durch einen Schwingungsknoten in 2 gleiche Theile getheilt sein, wie bei b, Fig. 18, und dann gibt sie die Octav des Grundtons, oder sie kann durch zwei Schwingungsknoten in 3 gleiche Theile getheilt sein, wie bei c, Fig. 18, und dann gibt sie die Duodecim (die Quint der Octav) ihres Grundtons.

Um Versuche über die Gesetze tönender Saiten anzustellen, gebraucht man das Monochord, Fig. 19. Die Schwingungszahl einer Saite ist unter sonst gleichen Umständen ihrer Länge umgekehrt proportional; man braucht also nur die hintere der beiden Saiten, Fig. 19, welche durch einen Stimmstock gespannt ist, mittelst der Klemme, Fig. 20, auf $^4/_5$, auf $^2/_3$, auf $^1/_2$ ihrer ganzen Länge zu verkürzen, um die große Terz, die Quint und die Octav ihres Grundtons zu erhalten.

Die Schwingungszahl einer Saite ist der Quadratwurzel aus der spannenden Kraft proportional. Wenn also die vordere Saite bei Anhängung des Gewichts p einen bestimmten Ton gibt, so muß das Gewicht 4 p angehängt werden, wenn man die Octav jenes Tons erhalten will.

Die Transversalschwingungen elastischer Stäbe hängen davon ab, auf welche Weise sie befestigt sind. Seiner ganzen Länge nach ohne Schwingungsknoten kann ein elastischer Stab schwingen, wenn er an einem Ende befestigt ist. Dieser Art sind die Schwingungen, welche jeder der beiden Schenkel einer tönenden Stimmgabel macht. Um den Ton der Stimmgabel hörbar zu machen, setzt man ihn auf ein Resonanzkästchen, Fig. 21, dessen Länge gleich ist $^1/_4$ der Wellenlänge des Stimmgabeltons.

Legt man einen Stahlstab über zwei gespannte Schnüre, wie Fig. 22 andeutet, so gibt er mit einem hölzernen Hämmerchen angeschlagen einen vollen Ton; dabei bilden sich zwei Schwingungsknoten, deren jeder um $^1/_4$ der Stablänge vom nächsten Ende absteht. Je kürzer der Stab, desto höher der Ton; die Schwingungszahl ist bei sonst unveränderten Dimensionen dem Quadrat der Stablänge umgekehrt proportional; man muß also den Stab $\sqrt{\frac{1}{4}} = 0{,}7$ mal kürzer machen als einen andern gleichbreiten und gleichdicken, wenn er die Octav desselben geben soll. Man hat dies benutzt, um die obere Grenze der Hörbarkeit ausfindig zu machen. Ein Stahlstab von 149 Millimeter Länge und 20 Millimeter Durchmesser gibt den Ton c_5 (die fünfgestrichene c). Es müssen also Stäbe von gleichem Durchmesser, die nur $149\sqrt{\frac{1}{4}} = 105{,}3$; $149\sqrt{\frac{1}{8}} =$ oder $149\sqrt{\frac{1}{16}} = 52{,}6$ Millimeter lang sind, die Töne c_7 und c_8 geben. Es lassen sich auch leicht Stäbe herstellen, welche das e und das g der 5te, 6te und 7te gestrichenen Octave geben müßten. Die längern dieser Stäbe werden aufgelegt wie Fig. 23, die kürzern werden aufgehängt, wie Fig. 24 zeigt. Weniger feine Ohren können schon g_8 (12288 Schwingungen in 1″) nicht mehr hören, während selbst die besten Ohren g_7 (24576 Schwingungen in 1″) nicht mehr wahrnehmen können.

Man hat in neuerer Zeit Mittel gefunden, das akustische Intervall zweier Stimmgabeln sehr genau auf optischem Wege zu controliren. In dem Blechcylinder, welcher die Flamme einer Argand'schen Lampe, Fig. 25, umgibt, ist eine kleine Oeffnung a angebracht, durch welche ein Lichtstrahl auf einen kleinen Spiegel b fällt, der an einer horizontal gestellten großen Stimmgabel befestigt ist; der hier reflectirte Strahl trifft einen zweiten kleinen Spiegel, der von einer vertical aufgestellten Stimmgabel getragen wird. Die hier zum zweitenmale reflectirten Strahlen werden endlich von einer Linse aufgefangen, welche auf einem hinter ihr aufgestellten Schirm das Bild des Lichtpunkts a entwirft. Sind beide Stimmgabeln ruhig, so erscheint dieses Bild als ein heller Punkt, welcher zur horizontalen Lichtlinie wird, wenn nur die horizontale, zur verticalen Lichtlinie aber, wenn nur die verticale Stimmgabel durch Anstreichen mit dem Fiedelbogen zum Vibriren gebracht worden ist. Wenn aber beide Stimmgabeln gleichzeitig vibriren, so bildet der Lichtpunkt eine Curve, deren Gestalt von dem Intervall der beiden Stimmgabeln abhängt.

Wenn beide Stimmgabeln unisono sind, so ist die fragliche Curve entweder eine schiefstehende gerade Linie oder eine Ellipse, kurz eine der Curven der obern Reihe der Fig. 26 oder eine Zwischenform, wenn aber die eine Stimmgabel die Octav der andern ist, so entstehen eine der Curven der untern Reihe oder eine ihrer Zwischenformen.

Wenn das Intervall der beiden Stimmgabeln sehr genau ist, wenn also beide genau unisono sind, oder wenn die eine genau die Octav der andern ist, so bleibt die Gestalt der Curve unverändert, sie wird nur allmählich kleiner, weil die Vibrationen der Stimmgabeln kleiner werden. Wenn aber das Intervall der Stimmgabeln nicht ganz genau ist, so nimmt die Curve eine drehende Bewegung an. Sind z. B. die beiden Stimmgabeln nahezu unisono, so geht nach und nach die Form

a in b, b in c, c in d, d in e und dann wieder umgekehrt e in d u. s. w. über. Wenn nun zu einer vollen Drehung etwa 5 Secunden erforderlich sind, so kann man daraus schließen, daß die eine Stimmgabel in 5 Secunden 1 Schwingung mehr macht als die andere. Auf diese Weise wird die geringste Abweichung vom genauen Intervall bemerklich.

Elastische Stäbe können auch in longitudinaler Richtung vibriren und befolgen dann die Gesetze vibrirender Luftsäulen in Pfeifen. Wenn z. B. Holzstäbchen, welche in einen Holzklotz eingeleimt sind, wie Fig. 27 zeigt, mit den Fingern, zwischen denen man etwas Kolophonium zerrieben hat, von oben nach unten gestrichen werden, so geben sie einen reinen Ton. Das zweite, dritte und vierte Stäbchen gibt die große Terz, die Quint und die Octav des ersten, wenn ihre Länge $^4/_5$, $^2/_3$ und $^1/_2$ derselben beträgt.

Um ebene Platten von Metall oder Glas zum Tönen zu bringen, spannt man sie in eine Zwinge ein, wie Fig. 28 zeigt. Mit einem Fiedelbogen angestrichen theilen sie sich in einzelne, durch Knotenlinien getrennte Abtheilungen, welche für sich schwingen. Man kann die Lage der Knotenlinien sichtbar machen, wenn man feinen Sand auf die Platte streut und sie dann zum Tönen bringt; der Sand häuft sich dann an den ruhenden Stellen an und bildet Figuren, wie deren einige in Fig. 29 abgebildet und unter dem Namen der Chladni'schen Klangfiguren bekannt sind. Die in Fig. 29 dargestellten Figuren entstehen, wenn die eine quadratische Platte in der Mitte festgehalten wird und man am Rande an der mit b bezeichneten Stelle streicht, während man die mit a bezeichneten Stellen mit dem Finger berührt. Runde Platten, welche in der Mitte eingespannt sind, geben radiale Figuren, und zwar vier Strahlen, wenn der angehaltene und angestrichene Punkt des Randes um 45°, sechs Strahlen, wie Fig. 30b, wenn der gestrichene Punkt um 30° vom angehaltenen absteht. Die Klangfiguren runder Scheiben bilden concentrische Ringe, wie Fig. 30, wenn sie auf irgendeine Weise vom Mittelpunkt aus in Vibrationen gesetzt werden.

Die Vibrationen dünner metallischer Plättchen sind an und für sich fast ganz klanglos, sie können aber die Bildung eines kräftigen Klangs vermitteln, wenn ein Luftstrom aus einer Oeffnung hervordringt, welche durch die Vibrationen einer solchen elastischen Platte in regelmäßigen Intervallen geschlossen und wieder geöffnet wird. Derartige Instrumente werden Zungenwerke genannt. Die einfachste Form der Zungen wird durch Fig. 31 und 32 erläutert; es ist diejenige, welche bei der Mund- und Blasebalgharmonica (Harmonium) vorkommt. In der Mitte einer Messingplatte aa, welche in Fig. 31 perspectivisch, in Fig. 32 aber im Durchschnitt dargestellt ist, befindet sich eine rectangulare Oeffnung bb, welche durch ein elastisches Metallblättchen zz bedeckt wird. In ihrer Ruhelage sowol, wie in der Lage zz_2, Fig. 32, wird die Oeffnung durch die Zunge geschlossen, während sie frei wird, wenn die Zunge in die Lage zz_1 kommt. Die Messingplatte aa bildet nun die untere Grenzfläche einer geschlossenen Kammer, in welcher die Luft durch Einblasen verdichtet wird. Die verdichtete Luft übt einen Druck auf die Zunge aus, durch welchen die Vibrationen derselben eingeleitet werden. So oft die vibrirende Zunge in die Lage zz_1 kommt, dringt durch die freigewordene Oeffnung ein Luftstoß in der Richtung des Pfeils hindurch, der eine Verdichtungswelle erzeugt, und so entsteht ein Ton, welcher von der Schwingungsdauer der federnden Zunge abhängt.

In etwas anderer Form kommen auch Zungenwerke bei Orgeln in Anwendung.

Eine zweite Art der Zungenwerke besteht aus membranösen elastischen Platten, welche die beiden Lippen eines schmalen Spaltes bilden und welche durch ihre Oscillationen den Spalt abwechselnd öffnen und schließen. Eine solche membranöse Zungenpfeife läßt sich auf folgende Weise herstellen. Von einer $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll weiten Röhre dünnen Kautschuks schneide man ein 2 Zoll langes Stück ab und stecke es auf das eine Ende eines gleichweiten Glasrohrs, wie Fig. 33 zeigt. Wenn man nun die Kautschukröhre an ihrem obern Ende an zwei gegenüberliegenden Punkten faßt und auseinanderzieht, so bildet sich eine Ritze, deren Ränder von Kautschuk sind, und wenn man nun von der andern Seite her in das Rohr hineinbläst, so erhält man einen Ton, der um so höher wird, je stärker die beiden Lippen angespannt werden.

Im Kehlkopf, dem menschlichen Stimmorgan, entstehen die Töne gleichfalls auf die durch Fig. 33 erläuterte Weise.

Es bleibt uns nun noch übrig zu besprechen, woher der Unterschied der Klangfarbe verschiedener Instrumente rührt, woher es kommt, daß z. B. der auf einer Flöte gespielte Ton von demjenigen zu unterscheiden ist, welcher der gleichen Note auf dem Klavier, der Violine, der Trompete u. s. w. entspricht. Es rührt das nach den neuesten Untersuchungen daher, daß die Klänge der meisten Instrumente nicht einfach sind, sondern daß neben dem Ton, welcher einer bestimmten Note zukommt, noch eine Reihe von Obertönen mitklingt, d. h. Töne, welche durch 2, 3, 4 mal u. s. w. so viel Schwingungen erzeugt werden als der Grundton. Wenn man z. B. auf dem Klavier die Taste anschlägt, welche der Note c entspricht, so hört man nicht allein den Ton c (128 Schwingungen in 1″), sondern einen zusammengesetzten Klang, in welchem außer dem allerdings vorherschenden c auch noch die Töne c_1, g_1, c_2, e_2 und g_2 mit 2, 3, 4, 5 und 6 mal so viel Schwingungen in der Secunde enthalten sind. — Der Klangcharakter eines Instruments hängt nun davon ab, welche Obertöne und in welcher Stärke dieselben den Grundton begleiten.

Ein geübtes Ohr kann die Obertöne aus der Klangmasse heraushören; um dieselben aber mit größerer Sicherheit nachzuweisen, wendet man die sogenannten Resonatoren an, d. h. gläserne oder messingene Hohlkugeln von der Form Fig. 35, oder konische aus Zinkblech verfertigte Röhren, Fig. 34, oder endlich einerseits offene Papprröhren von der Form Fig. 36, welche solche Dimensionen haben, daß die eingeschlossene Luftmasse ins Selbsttönen kommt, wenn die Wellen eines bestimmten Tons einfallen, wie wir dies bei dem Apparat Fig. 5 gesehen haben. Der Oeffnung gegenüber sind diese Resonatoren mit einer engern Mündung versehen, mittels deren man sie in das Ohr einführen kann. Um z. B. die Obertöne von c nachzuweisen, muß man mehrere Resonatoren haben, deren Eigenton der Reihe nach das eingestrichene c und g, das zweigestrichene c, e und g u. s. w. ist. Hält man nun einen dieser Resonatoren an das Ohr, so hört man den ihm entsprechenden Oberton (z. B. g_1), wenn auf dem Klavier c angeschlagen wird. Man hört dieses Ton g nicht, trotzdem daß man den entsprechenden Resonator ans Ohr hält, wenn man auf dem Klavier d anschlägt, weil g_1 kein Oberton von d ist, man hört den Ton g_1 aber auch nicht, wenn der Ton c auf einer weiten gedeckten Pfeife angeblasen wird, weil die Töne weiter gedeckter Pfeifen keine Obertöne haben.

C. Optik.

(Tafel 4, Tafel 5 und Figur 1—10 auf Tafel 6.)

I. Fortpflanzung des Lichts und Photometrie.

Optik ist die Lehre vom Licht.

Von einem leuchtenden oder von einem erleuchteten, Licht zerstreuenden Körper aus verbreitet sich das Licht geradlinig nach allen Seiten hin, solange die Lichtstrahlen in dem gleichen Stoffe (Mittel) bleiben, solange also ein Lichtstrahl im Wasser, solange er in Glas, solange er in Luft von gleichförmiger Dichtigkeit sich fortbewegt, findet keine Richtungsänderung statt.

Eine Folge der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts ist der Schatten. Wenn die von einem leuchtenden Punkte s, Fig. 1, Taf. 4, ausgehenden Strahlen einen undurchsichtigen Körper treffen, so wird sich hinter demselben ein Raum befinden, in welchen von s aus kein Lichtstrahl eindringen kann, und dieser Raum wird der Schatten genannt.

Wenn der leuchtende Körper eine namhafte Ausdehnung hat, so ist außer dem vollen Schatten, Kernschatten, in welchen gar kein Licht vom leuchtenden Körper aus eindringt, noch ein Halbschatten, d. h. ein Raum zu unterscheiden, in welchem eine theilweise Erleuchtung stattfindet. Fig. 2 erläutert die Bildung des Schattens für den Fall, daß der leuchtende Körper A größer ist, als der Schatten gebende B. Der Kernschatten bildet hier einen Kegel, dessen Spitze in s liegt. Während der Durchmesser des Kernschattens mit der Entfernung von B abnimmt, nimmt der Durchmesser des Halbschattens zu. Jenseit s verschwindet der Kernschatten vollständig, während der immer breiter werdende Halbschatten allmählich schwächer und verschwommener wird.

Durch einen Schirm mn, Fig. 2, aufgefangen, würde der Schatten das Ansehen Fig. 3 haben.

Es werde ein Theil des vom leuchtenden Punkte L, Fig. 4, ausgehenden Lichts durch einen quadratischen Papierschirm abcd aufgefangen, welcher etwa in 1 Meter Entfernung von L aufgestellt ist, so wird die Erleuchtung dieser Fläche eine bestimmte Stärke (Intensität) haben, die wir mit J bezeichnen wollen; hinter der Fläche abcd aber wird sich ein Schatten bilden, dessen quadratischer Querschnitt mit der Entfernung von L zunimmt. Denken wir uns den Schatten von abcd durch eine Fläche aufgefangen, welche um 2 Meter von L entfernt ist, so wird er auf dieser Fläche ein Quadrat ABCD bilden, dessen Seiten doppelt so groß sind als die des schattengebenden Quadrats abcd. Daraus folgt aber, daß der Flächeninhalt des Quadrats ABCD viermal so groß ist als der des Quadrats abcd. Wird nun der Schirm abcd entfernt und das von L ausgehende Licht auf einem 2 Meter weit von L entfernten Papierschirm aufgefangen, so wird sich nun alles Licht, welches vorher die Fläche abcd erleuchtete, über eine 4mal größere Fläche ABCD verbreiten. In der doppelten Entfernung ist also die Stärke der Erleuchtung 4mal geringer, sie ist nur $^1/_4$ J. In derselben Weise läßt sich darthun, daß in der 3fachen, 4fachen u. s. w. Entfernung die Stärke der Erleuchtung 3 mal 3 oder 9 mal, 4 mal 4 oder 16 mal geringer ist als in der 1fachen Entfernung. Kurz, die Stärke der Erleuchtung nimmt ab im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung.

Dieser eben theoretisch abgeleitete Satz läßt sich auch experimentell beweisen. In die Mitte eines etwas über 12 Fuß langen, auf der Seite mit einem Maßstab, oben mit einer Rinne versehenen Balkens, Fig. 5, in welche passend sich mehrere Holzklötze leicht hin- und herschieben lassen, wird einer dieser Holzklötze gestellt, welcher einen mit Papier überspannten Rahmen s trägt. In der Mitte des Papierschirms ist ein Fettfleck angebracht, welcher hell auf dunkelm Grund erscheint, wenn er stärker von der Rückseite, dunkel auf hellem Grunde, wenn er stärker von der Vorderseite beleuchtet ist; bei gleichstarker Beleuchtung von vorn und hinten muß also dieser Fettfleck verschwinden. Dies erfolgt aber in der That, wenn man in einer beliebigen Entfernung vom Papierschirm s einen Schieber b mit vier Kerzenflammen aufstellt, wie es unsere Figur zeigt, und dann den nur eine Kerzenflamme tragenden Schieber a dem Schirm s so weit nähert, daß er nur noch halb soweit von s entfernt ist als b.

Man kann dieselbe Vorrichtung auch benutzen, um die Stärke zweier Lichtquellen zu vergleichen. Handelt es sich z. B. um die Vergleichung einer Kerzenflamme mit einer Argand'schen Lampe, so wird die Lampe auf die eine, die Kerze auf die andere Seite des Schirms s gestellt und letztere Lichtquelle so lange verschoben, bis der Oelfleck nicht mehr sichtbar ist. Nehmen wir an, dies sei erreicht, wenn die Lampe 6, die Kerzenflamme 2 Fuß vom Schirm entfernt ist, so verhält sich die Lichtstärke der Lampe zu der der Kerzenflamme wie 6 . 6 oder 36 zu 2 . 2 oder 4, die Leuchtkraft der Lampe ist also gleich der Leuchtkraft von 9 Kerzenflammen.

Fig. 6 erläutert eine andere Methode, die Leuchtkraft zweier Lichtquellen zu vergleichen. Vor einer weißen Wand wird ein etwa bleistiftdickes Stäbchen s angebracht und die beiden Lichtquellen k und g so gestellt, daß das Stäbchen zwei Schatten a und b auf die Wand wirft. Wenn diese beiden Schatten ungleich dunkel erscheinen, so nähert man die schwächere Lichtquelle, bis die Gleichheit der beiden Schatten erreicht ist. Nun werden die Abstände der beiden Lichtquellen von der Wand gemessen und danach dann das Verhältniß der Lichtstärken auf die oben erläuterte Weise berechnet.

II. Reflexion des Lichts (Katoptrik).

Lichtstrahlen, welche irgendeinen Körper treffen, werden

entweder I. an der Oberfläche desselben zurückgeworfen, und zwar a) regelmäßig gespiegelt, oder
b) unregelmäßig zerstreut,

oder II. sie dringen in den Körper ein und werden
a) von demselben durchgelassen, oder
b) von demselben verschluckt, absorbirt.

Die regelmäßig gespiegelten, reflectirten Strahlen pflanzen sich von jedem Punkte der Oberfläche des spiegelnden Körpers aus nur nach einer einzigen bestimmten Richtung fort, die alsbald näher bestimmt werden soll, während sich die unregelmäßig zerstreuten Strahlen von der zurückwerfenden Fläche aus nach allen Seiten hin verbreiten. Die von der rauhen Oberfläche der meisten Körper unserer Umgebung unregelmäßig zerstreuten Strahlen sind es, welche uns diese Körper in ihrer wahren Gestalt sichtbar machen.

Wenn ein Lichtstrahl kn, Fig. 7, auf eine spiegelnde Fläche ss' trifft, so wird derselbe nach der Richtung kr reflectirt, welche mit dem sogleich zu definirenden Einfallsloth np und dem einfallenden Strahl kn in einer Ebene liegt und einen Winkel r mit dem Einfallsloth macht, welcher dem Winkel nzwischen dem Einfallsloth und dem einfallenden Strahl gleich ist, oder mit diesem Worten: der Reflexionswinkel ist dem Einfallswinkel gleich.

Mit dem Namen des Einfallslothes bezeichnet man das Perpendikel np, welches man sich in demjenigen Punkte n der spiegelnden Ebene, in welchem derselbe vom Lichtstrahl kn getroffen wird, auf derselben errichtet denken kann.

Die Richtigkeit dieses Spiegelungsgesetzes läßt sich mit Hülfe des Apparats, Fig. 8, nachweisen. Der kleine Spiegel f, welchen unsere Figur von der Rückseite zeigt, ist auf einer horizontalen, um einen verticalen Zapfen drehbaren, mit der radienartigen Verlängerung b c versehenen Messingscheibe so befestigt, daß der Zeiger bc rechtwinkelig auf der Ebene des Spiegels f steht, daß also bc die Richtung des Einfallsloths für den Spiegel f bezeichnet.

Der Zapfen nun, um welchen sich die fragliche Messingscheibe mit dem Spiegel f und dem Zeiger bc drehen läßt, befindet sich im Mittelpunkt des halbkreisförmigen Bretes A, um dessen gekrümmten Theil ein, dasselbe überragender Streifen von Messingblech gelegt ist, in dessen Mitte bei a ein verticaler Spalt angebracht ist. Der Viertelskreis von a nach der rechten Seite hin ist in 90° getheilt. Stellt man nun der Reihe nach den Zeiger bc auf die Theilstriche 10, 20, 30 und 40, so wird ein durch den Spalt a eindringendes Strahlenbündel, welches auf die Mitte des Spiegels f trifft, von diesem nach den Theilstrichen 20, 40, 60 und 80 reflectirt werden.

Aus dem Spiegelungsgesetz erklärt sich nun auch die Entstehung der Spiegelbilder. Es sei ss', Fig. 9, ein ebener Spiegel, A ein vor der Ebene desselben befindlicher leuchtender Punkt. Die in n und in p den Spiegel von A aus treffenden Strahlen werden dem Spiegelungsgesetze zufolge nach no und nach pq reflectirt. Verlängert man nun die reflectirten Strahlen no und pq rückwärts, so schneiden sich diese Verlängerungen in dem Punkte a, welcher auf dem von dem leuchtenden Punkte A auf die Spiegelebene gefällten Perpendikel ebenso weit hinter der Spiegelebene liegt, wie A sich vor derselben befindet.

Alle von A aus auf den Spiegel fallenden Strahlen werden sich also nach der Reflexion so fortpflanzen, als ob sie von dem hinter der Spiegelebene gelegenen Punkte a kämen, a ist das Spiegelbild von A.

In Fig. 10 sei AB ein vor der Ebene des Spiegels ss' befindlicher Gegenstand, so ist nach dem oben Gesagten a das Bild von A, b ist das Bild von B und ab das Bild des Gegenstandes AB. Man übersieht leicht, daß Bild und Gegenstand zur Ebene des Spiegels symmetrisch sind. Ein in o befindliches Auge sieht das Bild von B nach der Richtung op, das Bild von A nach der Richtung on.

Zu den wissenschaftlichen Anwendungen ebener Spiegel gehört das Heliostat; es ist ein ebener Spiegel, mittels dessen ein Bündel Sonnenstrahlen in horizontaler Richtung durch eine im Fensterladen angebrachte Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer hineingeworfen werden kann. Fig. 11 stellt ein einfaches Heliostat in Verbindung mit dem später zu besprechenden Sonnenmikroskop dar. Damit die vom Spiegel d reflectirten Strahlen stets dieselbe Richtung behalten, während doch die Sonne ihre Stellung am Himmelsgewölbe fortwährend ändert, muß die Stellung desselben in entsprechender Weise verändert werden können. Es wird dies dadurch erreicht, daß der Spiegel M um eine zur Ebene des Ladens rechtwinkelige horizontale Axe mittels des Knopfes A gedreht und seine Neigung gegen die Ebene des Ladens mittels des Knopfes B und einer kleinen Schraube ohne Ende beliebig geändert werden kann. Bei andern Heliostaten wird die Drehung des Spiegels durch ein Uhrwerk vermittelt.

Wenn man zwei ebene Spiegel unter einem Winkel zusammenstellt und irgendeinen Gegenstand A, Fig. 12, zwischen dieselben bringt, so sieht man außer dem Gegenstand zunächst noch ein Bild desselben nach einmaliger Reflexion in jedem Spiegel (B und B'). Das Bild jedes Spiegels dient aber wieder als Object für den andern, und so sieht man zwei weitere Bilder C und C', nach zweimaliger Reflexion. Wenn der Winkel, den die Spiegel miteinander machen $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_8$, $^1/_{10}$ des ganzen Kreisumfangs ist, so sieht man ihn 5mal, 6mal, 8mal, 10mal. Darauf beruhen das Kaleidoskop und das Debuskop.

Die Spiegelung des Lichts auf gekrümmten Flächen folgt ganz den Gesetzen, welche wir für ebene Spiegel kennen lernten. Von einer krummen Fläche wird nämlich ein Lichtstrahl nach derselben Richtung reflectirt, als ob er die Berührungsebene der krummen Fläche an der fraglichen Stelle getroffen hätte. Denkt man sich also in dem vom Lichtstrahl getroffenen Punkt einer krummen Oberfläche eine Normale gezogen, d. h. eine Linie, welche rechtwinkelig auf der Berührungsebene des getroffenen Punkts steht, so ist dies das Einfallsloth.

In der optischen Praxis werden wol kaum andere gekrümmte Spiegel gebraucht, als solche, deren Oberfläche ein Stück einer Kugeloberfläche ist. Wenn die innere, dem Krümmungsmittelpunkt zugewendete Fläche die spiegelnde ist, so nennt man die Spiegel Hohlspiegel, Concavspiegel oder auch Sammelspiegel. Wenn dagegen die Reflexion der Strahlen auf der dem Krümmungsmittelpunkt abgewendeten Fläche stattfindet, so nennt man sie Convex- oder Zerstreuungsspiegel.

In Fig. 13 stellt MM' den Durchschnitt eines sphärischen Hohlspiegels mit einer durch seine Mitte d und seinen Krümmungsmittelpunkt c gelegten Ebene dar. Die durch d und c gelegte gerade Linie ist die Hauptaxe des Hohlspiegels.

Wenn irgendein Lichtstrahl ab, Fig. 14, einen Hohlspiegel in einem Punkt b trifft, so ergibt sich die Richtung des reflectirten Strahls durch folgende Construction: man ziehe den Radius bC, welcher das Einfallsloth für den Strahl ab ist, und ziehe alsdann eine Linie bg, welche mit bC einen Winkel r macht, welcher gleich ist dem Einfallswinkel i.

Führt man diese Construction für einen Strahl aus, welcher sich parallel mit der Hauptaxe des Spiegels fortpflanzt, wie dies für den Strahl ab, Fig. 14, der Fall ist, so schneidet der reflectirte Strahl bg die Axe des Hohlspiegels in einem Punkte F, welcher zwischen d und C in der Mitte liegt, vorausgesetzt, daß die Krümmung von d bis b, also der Winkel r nur sehr klein ist.

Daraus folgt dann ferner, daß wenn ein Bündel Lichtstrahlen parallel mit der Hauptaxe auf einen schwachgekrümmten Hohlspiegel fällt, Fig. 15, daß alsdann alle diese Strahlen so reflectirt werden, daß sie die Axe in demselben Punkte F schneiden, welcher der Hauptbrennpunkt, Focus, des Hohlspiegels genannt wird. Die Entfernung dF, welche dem halben Krümmungshalbmesser gleich ist, heißt die Brennweite oder Focaldistanz.

Ein parallel mit der Axe auf einen Hohlspiegel fallendes Strahlenbündel kann man betrachten, als sei es ausgegangen von einem auf der Hauptaxe liegenden unendlich weit entfernten leuchtenden Punkte. Rückt der leuchtende Punkt auf der Axe dem Hohlspiegel näher, so entfernt sich der Vereinigungspunkt vom Spiegel. Die Construction ergibt z. B., daß alle von dem leuchtenden Punkt A, Fig. 16, ausgehenden Strahlen in einem Punkte a wieder vereinigt werden, welcher weiter vom Hohlspiegel entfernt ist als F. Je näher A dem Spiegel rückt, desto mehr entfernt sich sein Bild a von demselben. Ist der leuchtende Punkt bis zum Krümmungsmittelpunkt C vorgerückt, so werden alle

von C auf den Hohlspiegel fallenden Strahlen auch nach C zurückgeworfen. Rückt der leuchtende Punkt von C dem Spiegel noch näher, so rückt der Vereinigungspunkt immer noch weiter weg, wäre z. B. der leuchtende Punkt in a, so würden alle von ihm auf den Hohlspiegel fallenden Strahlen in A vereinigt werden.

Die so zusammengehörigen Punkte A und a werden conjugirte Punkte genannt.

Befindet sich der leuchtende Punkt im Brennpunkt F selbst, so liegt der Vereinigungspunkt in unendlicher Entfernung, oder mit andern Worten, alle von dem Brennpunkt F, Fig. 15, auf den Hohlspiegel fallenden Strahlen werden als ein mit der Hauptaxe paralleles Strahlenbündel reflectirt. Wenn der leuchtende Punkt innerhalb der Brennweite liegt, wenn er sich z. B. in A, Fig. 17, befindet, so kann der Spiegel die ihn treffenden Strahlen nicht mehr convergent machen, sie divergiren nach der Reflexion, so als ob sie von einem hinter dem Spiegel gelegenen Punkt a kämen.

Wir haben bisher nur die Bilder solcher leuchtender Punkte besprochen, welche auf der Hauptaxe des Hohlspiegels liegen. Wenn nun ein leuchtender Punkt A, Fig. 18, außerhalb der Hauptaxe liegt, so kann man sich von ihm aus eine gerade Linie An durch den Krümmungsmittelpunkt C nach dem Hohlspiegel gezogen denken, welche den Namen einer Nebenaxe führt. Das Bild eines auf einer Nebenaxe liegenden leuchtenden Punktes befindet sich gleichfalls auf dieser Nebenaxe. Zwischen den gegenseitigen Entfernungen des leuchtenden Punktes und seines Bildes bestehen aber für die Nebenaxen genau dieselben Beziehungen wie für die Hauptaxe. Die von A ausgehenden Strahlen werden also durch den Hohlspiegel in a, die von B ausgehenden werden in b gesammelt, ab ist das Bild von AB. Befände sich umgekehrt in ab ein Gegenstand, so würde AB sein Bild sein.

Von einem Gegenstand, welcher um mehr als die doppelte Brennweite von dem Hohlspiegel absteht, entwirft derselbe ein verkehrtes verkleinertes, von einem Gegenstand aber, welcher zwischen dem Brennpunkt F und dem Krümmungsmittelpunkt C sich befindet, entwirft er ein verkehrtes vergrößertes Sammelbild.

Befindet sich ein Gegenstand AB, Fig. 20, innerhalb der Brennweite, so werden die von einem Punkt des Gegenstandes ausgehenden Strahlen nach der Spiegelung so divergiren, als ob sie von einem Punkt hinter dem Spiegel kämen. a ist der Divergenzpunkt der von A ausgehenden, b ist der Divergenzpunkt der von B ausgehenden Strahlen, ab ist also das aufrechte vergrößerte Bild des Gegenstandes AB.

Zwischen den Bildern, welche entstehen, wenn der Gegenstand weiter vom Hohlspiegel entfernt ist als der Brennpunkt, wie in Fig. 18, und den Bildern solcher Gegenstände, welche sich innerhalb der Brennweite befinden, wie bei Fig. 20, besteht ein wesentlicher Unterschied. Im erstern Fall werden die von einem Punkte des Gegenstandes ausgehenden Strahlen im entsprechenden Punkte wirklich wieder vereinigt, sie werden hier gesammelt, weshalb man solchen Bilder auch Sammelbilder nennt; im letztern Fall dagegen scheinen blos die reflectirten Strahlen von einem Punkt hinter dem Spiegel herzukommen, ohne daß sie in diesem Punkte wirklich vereinigt waren. Man kann deshalb diese Bilder, die man gewöhnlich als virtuelle Bilder bezeichnet, auch Scheinbilder nennen. Auch die Bilder ebener Spiegel gehören zu den Scheinbildern.

Wenn ein Bündel Strahlen parallel mit der Axe auf einen Convexspiegel fällt, so werden sie, wie dies Fig. 21 erläutert, so reflectirt, als ob sie von dem Hauptzerstreuungspunkte F kämen, der in der Mitte zwischen dem Spiegel und dem Krümmungsmittelpunkte C liegt.

Von irgendeinem vor einem Convexspiegel befindlichen Gegenstand AB gibt derselbe, wie durch Fig. 22 erläutert wird, stets ein aufrechtes verkleinertes Scheinbild ab, wie nah oder fern vom Spiegel sich auch der Gegenstand AB befinden mag.

Die Sammelbilder kann man auf zweierlei Weise beobachten, entweder 1) indem man die vom Vereinigungspunkt aus wieder divergirenden Strahlen ebenso direct ins Auge gelangen läßt, als ob sie von einem an der Stelle des Bildes befindlichen Gegenstande herkämen, oder 2) indem man das Sammelbild auf einem Papierschirm oder auf einer mattgeschliffenen Glastafel auffängt und es dadurch von allen Seiten her sichtbar macht.

Der auf einem Papierschirm aufgefangenen Hohlspiegelbilder kann man sich bedienen, um mittels der optischen Bank auf die durch Fig. 19 erläuterte Weise darzuthun, wie sich das Bild vom Spiegel entfernt, wenn sich ihm der Gegenstand nähert.

III. Brechung des Lichts (Dioptrik).

Wenn ein Lichtstrahl aus einem Mittel in ein anderes übergeht, z. B. aus Luft in Wasser, so ist dieser Uebergang stets mit einer Richtungsänderung verbunden, welche man als Brechung oder Refraction des Lichts bezeichnet.

Betrachten wir z. B. die Richtungsänderung, welche ein Lichtstrahl beim Uebergang von Luft in Wasser erleidet. Ein Lichtstrahl ln, Fig. 23, welcher in die Grenzfläche zwischen Luft und Wasser trifft und mit dem in n errichteten Einfallsloth einen Winkel i macht, wird sich nach dem Uebergang in Wasser nach der geraden Linie ns bewegen, welche mit dem Einfallsloth einen Winkel r macht, der kleiner ist als i.

Zwischen dem Einfallswinkel i und dem Brechungswinkel r findet keine einfache Beziehung statt. Denken wir uns aber um den Punkt n einen Kreis gezogen, und von den Punkten a und b, in welchen derselbe den einfallenden und den gebrochenen Strahl schneidet, die Perpendikel ad und bf auf das Einfallsloth gefällt, so verhält sich ad zu bf stets wie 4 zu 3.

Beim Uebergang aus Luft in Glas verfolgt der gebrochene Strahl eine solche Richtung, daß sich die beiden Perpendikel stets verhalten wie 3 zu 2.

Das Verhältniß dieser beiden Perpendikel nennt man den Brechungsexponenten der Substanz. So ist z. B. $\frac{4}{3} = 1{,}333$ der Brechungsexponent des Wassers, $\frac{3}{2} = 1{,}5$ aber (nahezu) der Brechungsexponent des bleifreien Glases.

Der Brechungsexponent des bleihaltigen Flintglases ist 1,66, der des Anisöls ist 1,81. Je größer der Brechungsexponent einer Substanz ist, desto stärker lenkt sie die auf sie fallenden Lichtstrahlen ab.

Um das Brechungsgesetz zu erläutern, kann man sich des Apparates Fig. 24 bedienen, eines halbkreisförmigen Gefäßes, dessen gekrümmte Wand von der Mitte aus nach beiden Seiten hin in Grade getheilt ist. Vorn ist das Gefäß durch eine ebene, undurchsichtige Wand begrenzt, welche in der Mitte mit einer strohhalmbreiten, durch eine Glasplatte verschlossenen Spalte versehen ist. Läßt man, nachdem das Gefäß bis zur Hälfte seiner Höhe mit Wasser gefüllt ist, ein Bündel Lichtstrahlen in schräger Richtung gegen die Fläche ab durch den Spalt eintreten, so wird der obere Theil desselben in Luft in unveränderter Richtung fortgehen

ährend der untere Theil desselben, in das Wasser
ntretend, gebrochen wird. An der Gradeintheilung
r Rückwand kann man aber die Größe des Einfalls-
nd des Brechungswinkels ablesen.

Wenn ein Lichtstrahl aus einem Mittel A in B und
is B wieder in A übergeht (etwa aus Luft in Glas
nd dann wieder aus Glas in Luft), so ist der aus-
etende Strahl n'l', Fig. 25, dem eintretenden ln
rallel, wenn die beiden Grenzflächen von B parallel
nd. Ist dies aber nicht der Fall, so weicht die Rich-
ng n'l', Fig. 26, des austretenden Strahls von der
s eintretenden ab, und zwar um so mehr, je größer
r Winkel ist, den die Austrittsfläche CD mit der
intrittsfläche AB macht, und je größer der Brechungs-
ponent der zwischen den Grenzflächen AB und CD
findlichen Substanz ist.

Als Prisma bezeichnet man in der Optik ein von
ei gegeneinander geneigten ebenen Flächen begrenztes,
rchsichtiges Mittel. Die Kante des Prismas ist die
rade Linie, in welcher sich die beiden Grenzflächen
neiden oder schneiden würden, wenn sie hinreichend
rlängert wären. Die Basis eines Prismas ist die
r brechenden Kante gegenüberliegende Begrenzungs-
iche des Prismas, deren Lage bei dem Gang der
trahlen durch das Prisma gar nicht in Betracht
mmt. Der brechende Winkel ist der Winkel, wel-
en die beiden brechenden Flächen des Prismas mit-
nander machen. Hauptschnitt nennt man den
urchschnitt eines Prismas mit einer auf der brechenden
nte rechtwinkeligen Ebene. Sind abcd und abgf
e brechenden Flächen des Glasprismas Fig. 30, so
ab die brechende Kante, cdfg die Basis und cbg
er daf der Hauptschnitt des Prismas. Bei den
eisten Prismen beträgt der brechende Winkel 60, oft
ch nur 45 Grad. Um ein Prisma leicht in belie-
ge Stellungen bringen zu können, wird dasselbe auf
n messingenes Stativ befestigt, wie es Fig. 31 zeigt.

Wenn von irgendeinem Gegenstande a, Fig. 27,
wa von einer brennenden Kerze, ein Lichtstrahl in der
ichtung ad auf ein Prisma fällt und in der Richtung
o austritt, so wird ein in o befindliches Auge die
lamme a nach der Richtung oa' sehen, der Gegen-
nd erscheint also nach der Seite der brechenden
nte hin abgelenkt. Das abgelenkte Bild erscheint
f eine eigenthümliche, später näher zu besprechende
eise gefärbt.

Wenn ein Sonnenstrahl durch eine kleine Oeffnung
der Richtung bd Fig. 28 in ein dunkles Zimmer
tt und man ihn durch ein Prisma auffängt, so be-
achtet man eine Ablenkung und eine Färbung;
tt des weißen Sonnenbildchens d, welches auf einer
r Oeffnung b gegenüberstehenden weißen Wand ent-
hen würde, wenn das Prisma nicht vorhanden wäre,
rden die einfallenden Sonnenstrahlen nun so ab-
lenkt, daß bei rv ein in die Länge gezogenes, ge-
rbtes Sonnenbild, das Spectrum entsteht, welches
iter noch ausführlicher besprochen werden soll.

Die Ablenkung, welche ein Prisma hervorbringt, ist
hängig von der Richtung der einfallenden Strahlen,
ist am kleinsten, wenn die Strahlen symmetrisch
rchgehen, wie lnop, Fig. 29, der auf seinem Wege
durch das Prisma gleiche Winkel mit der Eintritts-
d mit der Austrittsfläche macht.

Von großer Wichtigkeit für die Construction der
isten optischen Instrumente ist die Brechung des
hts in Linsen, mit welchem Namen man in der
tik einen jeden durchsichtigen Körper bezeichnet, dessen
renzflächen Stücke von Kugeloberflächen sind. Mei-
ns werden die Linsen aus Glas verfertigt. Man
terscheidet zwei Hauptklassen von Linsen, nämlich
1) Convex- oder Sammellinsen, und 2) Concav-, Hohl- oder Zerstreuungslinsen.

Fig. 32 stellt den Durchschnitt der drei verschiedenen Formen der Sammellinsen dar, nämlich Nr. 1 den einer biconvexen, Nr. 2 den einer planconvexen und Nr. 3 den einer concavconvexen Sammellinse. Diese drei Formen der Sammellinsen haben das Gemeinschaftliche, daß sie in der Mitte dicker sind als am Rande, während die Zerstreuungslinsen, Fig. 33 (Nr. 1 biconcav, Nr. 2 planconcav, Nr. 3 convexconcav), in der Mitte dünner sind als am Rande.

Die Axe einer Linse ist die gerade Linie, welche die Krümmungsmittelpunkte der beiden sphärischen Grenzflächen miteinander verbindet, oder bei Linsen, deren eine Grenzfläche eben ist, das Perpendikel, welches man von dem Krümmungsmittelpunkte der gewölbten Fläche auf diese Ebene fällen kann.

Bei den Linsen wiederholen sich im wesentlichen dieselben Erscheinungen, die wir bei den gekrümmten Spiegeln bereits kennen lernten, und zwar entsprechen die Converlinsen den Hohlspiegeln, die Hohllinsen den Convexspiegeln.

Alle Strahlen, welche parallel mit der Axe auf eine Converlinse fallen, Fig. 34, werden durch dieselbe so gebrochen, daß sie jenseit der Linse die Axe in einem und demselben Punkte F schneiden (vorausgesetzt, daß die Krümmung der Linse von der Mitte bis zum Rande nur unbedeutend ist), welcher der Brennpunkt oder der Focus der Linse genannt wird. Die Lage dieses Brennpunkts (dessen Abstand von der Linse die Brennweite genannt wird) hängt von dem Krümmungshalbmesser der sphärischen Flächen und von dem Brechungsexponenten der Linsensubstanz ab. Für eine aus bleifreiem Glase (Crownglas) verfertigte gleichgewölbte, biconvexe Linse fällt der Brennpunkt ungefähr mit dem Krümmungsmittelpunkt der einen Fläche zusammen.

Die parallel mit der Axe auf eine Linse fallenden Strahlen kann man, wie schon bemerkt, als von einem auf der Axe liegenden, aber unendlich weit entfernten leuchtenden Punkte herkommend, betrachten. Rückt der leuchtende Punkt auf der Axe der Linse näher, so entfernt sich der Vereinigungspunkt auf der andern Seite von derselben. Befindet sich der leuchtende Punkt in S, Fig. 35, so ist der Vereinigungspunkt in R. Rückt der leuchtende Punkt S bis zur doppelten Brennweite vor, Fig. 36, so entfernt sich der Sammelpunkt R gleichfalls bis zur doppelten Brennweite. Nähert sich der leuchtende Punkt noch mehr, liegt er zwischen der einfachen und der doppelten Brennweite, so liegt der Vereinigungspunkt weiter entfernt als die doppelte Brennweite, und zwar um so mehr, je näher der leuchtende Punkt gerückt ist; so ist z. B. S, Fig. 35, der Vereinigungspunkt für die von R aus auf die Linse fallenden Strahlen. Befindet sich endlich der leuchtende Punkt im Brennpunkte F, Fig. 34, selbst, so liegt der Vereinigungspunkt in unendlicher Entfernung oder mit andern Worten, ein Strahlenbündel, welches vom Brennpunkt aus divergirend auf eine Linse fällt, tritt als ein mit der Axe paralleles Strahlenbündel aus.

Befindet sich ein leuchtender Punkt auf der Axe noch innerhalb der Brennweite, wie z. B. der Punkt T, Fig. 37, so kann die Linse das von T aus auf sie fallende Strahlenbündel nicht mehr convergent, sondern nur weniger divergent machen, nach dem Durchgang durch die Linse divergiren die ursprünglich von T ausgehenden Strahlen so, als ob sie von einem weiter entfernten Punkte V herkämen.

Denken wir uns von einem Punkte A, Fig. 38, außerhalb der Hauptaxe eine gerade Linie durch den Mittelpunkt o der Linse gezogen, so ist dies eine Ne-

benage. Alle von einem Punkte A der Nebenage aus auf eine Sammellinse fallenden Strahlen werden in einem Punkte a derselben Nebenage jenseit der Linse wieder geeinigt. Für die conjugirten Punkte A und a einer Nebenage bestehen in Beziehung auf ihre Abstände von der Linse dieselben Gesetze, wie für die Hauptage.

Daraus erklärt sich nun, daß eine Sammellinse von einem entfernten Gegenstande AB, Fig. 38, ein verkehrtes verkleinertes Bild ab entwirft. Von der Mitte der Linse aus gesehen, erscheinen Bild und Gegenstand unter gleichem Winkel. Die Größe des Gegenstandes verhält sich also zur Größe des Bildes wie der Abstand des Gegenstandes zum Abstand des Bildes.

Wenn der Gegenstand sehr weit entfernt ist, so erscheint das Bild ganz nahe beim Brennpunkt. Dem Gegenstand AB entspricht das verkleinerte Bild ab. Je näher der Gegenstand rückt, desto mehr entfernt sich das Bild, wobei es dann auch stets größer wird. Befindet sich der Gegenstand in der doppelten Brennweite, so ist auch das Bild um die doppelte Brennweite von der Linse entfernt, Bild und Gegenstand sind gleich groß. Liegt der Gegenstand der Linse näher als die doppelte Brennweite, so ist das Bild weiter von derselben entfernt, das Bild ist alsdann größer als der Gegenstand. Dem Gegenstand ab entspricht das verkehrte vergrößerte Bild AB.

Um die Beziehungen zwischen dem Gegenstand und seinem durch eine Sammellinse entworfenen Bilde durch den Versuch nachzuweisen, kann man sich der optischen Bank bedienen, wie es Fig. 15, Taf. 5, erläutert.

Wenn der Gegenstand sich noch innerhalb der Brennweite der Linse befindet, wie AB, Fig. 39, Taf. 4, so kann kein Sammelbild mehr entstehen, weil die von einem Punkte des Gegenstandes, etwa von A ausgehenden und auf die Linse fallenden Strahlen nach dem Durchgang durch dieselbe so divergiren, als ob sie von einem auf derselben Nebenage liegenden, aber weiter von der Linse entfernten Punkte a kämen. So entsteht denn von dem innerhalb der Brennweite befindlichen Gegenstand AB ein vergrößertes aufrechtes Scheinbild ab. Dieses Scheinbild betrachtet man, wenn man eine Sammellinse als Lupe benutzt.

Wie die Sammelbilder der Hohlspiegel, so lassen sich auch die Sammelbilder der Convexlinsen auf Schirmen auffangen. Von den auf Schirmen aufgefangenen Bildern der Sammellinsen macht man Gebrauch bei der Camera-obscura, der Zauberlaterne, sowie bei dem Sonnen- und Gasmikroskop.

Die Camera-obscura besteht im wesentlichen aus einer Sammellinse von etwas großer Brennweite, durch welche das Bild mehr oder minder entfernter Gegenstände entworfen wird. Damit dieses Bild möglichst lichtstark erscheint, muß von dem dasselbe auffangenden Schirme alles fremde Licht möglichst abgehalten sein; daher der Name. Fig. 40 stellt die Camera-obscura in der Form dar, wie sie gegenwärtig zum Photographiren verwendet wird. Auf der Vorderseite des Kastens a ist eine messingene Hülse b befestigt, in welcher sich eine zweite i mittels des Triebes r aus- und einschieben läßt. Die Hülse i enthält die Linse, welche ihre Bilder auf der ihr gegenüberstehenden mattgeschliffenen Glastafel g entwirft.

Diese Glastafel g ist in einem Schieber befestigt, welcher die Rückwand des in den Kasten a hineinpassenden, nach vorn hin offenen Kastens b bildet. Unsere Figur zeigt den Schieber mit der Glastafel g etwas in die Höhe gezogen. Je näher der Gegenstand rückt, desto mehr muß man den Kasten b aus a herausziehen. Die feinere Einstellung geschieht durch Verschiebung der Linse mittels des Triebes r.

Um von der Glastafel g möglichst alles fremde Licht abzuhalten, wird über den hintern Theil des Apparates ein schwarzes Tuch gehängt, unter welches der Beschauer des Bildes den Kopf steckt.

Die Einrichtung der Laterna-magica (Zauberlaterne) wird durch Fig. 41 erläutert. Der mit bemalten Figuren bemalte Glasschieber wird in die eingeschoben und durch das Licht einer in einem möglichst verschlossenen Blechkasten K befindlichen Lampe erleuchtet. Um die Strahlen auf dem Gemälde möglichst zu concentriren, besteht die Rückwand des Kastens K aus einem metallischen, wohlpolirten Hohlspiegel, zu weiterer Concentrirung der Lichtstrahlen auf bei ab eingeschobenen Glasgemälde dient dann noch die Linse m. Von dem gemalten Gegenstand bei ab wird nun durch das Linsensystem nn und oo, welches zusammen wie eine einzige stärkere Linse wirken, auf einem weißen Schirm ein verkehrtes vergrößertes Bild entworfen.

Um sehr bedeutende Vergrößerungen zu erzielen, muß man zunächst Linsen oder Linsensysteme von geringerer Brennweite wählen, damit das Object der Linse recht nahe gebracht werden kann, dann aber für eine sehr intensive Beleuchtung des Gegenstandes sorgen, wie dies beim Sonnenmikroskop, Fig. 11, der Fall ist. In die Oeffnung, durch welche der Spiegel in horizontaler Richtung ein Bündel Sonnenstrahlen in das verfinsterte Zimmer wirft, ist ein Rohr eingeschraubt, welches an dem dem Spiegel zugewendeten Ende eine Sammellinse geschlossen ist. Ungefähr im Brennpunkt dieser Linse, und deshalb also sehr hell erleuchtet, befindet sich der auf einem entsprechenden Schieber zwischen zwei Glasplatten eingeschlossene Gegenstand, von welchem dann das in dem kleinen Rohr i enthaltene Linsensystem von kurzer Brennweite auf einen weißen Schirm ein vergrößertes Bild entwirft.

Ganz nach denselben Principien sind auch das Gasmikroskop und das elektrische Mikroskop construirt, nur wird bei diesen der Gegenstand entweder durch das Drummond'sche Kalklicht oder durch das elektrische Kohlenlicht erleuchtet.

Die Wirkung der Hohllinsen ist ganz derjenigen der Convexspiegel analog. Die Strahlen, welche von einem auf der Axe liegenden, unendlich weit entfernten Punkte kommend, als ein mit der Axe parallelen Strahlenbündel auf die Hohllinse fallen, divergiren nach dem Durchgang durch die Linse so, als ob sie von dem Hauptzerstreuungspunkte F, Fig. 42, kämen. Rückt der leuchtende Punkt näher, so rückt auch der Zerstreuungspunkt näher an das Glas heran; die von A, Fig. 43, divergirend auf die Hohllinse fallenden Strahlen werden durch dieselben noch divergenter gemacht, sie divergiren nach dem Durchgang durch die Linse so, als ob sie von B kämen. Daraus folgt denn auch, daß eine Hohllinse von jedem Gegenstand AB, Fig. 44, ein aufrechtes verkleinertes, innerhalb der Zerstreuungsweite liegendes Scheinbild, also nie ein Sammelbild liefert.

IV. Farbenlehre.

Die Farben des bereits obenerwähnten Spectrum rv, Fig. 28, Taf. 4, sind, wie es in Fig. 1, Taf. 4 dargestellt ist, der Reihe nach roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett. Das weiße Licht wird also durch die Brechung in eine Reihe von verschiedenfarbiger Strahlen zerlegt, von welchen die rothen am wenigsten, die violetten am meisten abgelenkt werden.

iese Verschiedenheit der Ablenkung rührt nur daher, ß der Brechungsexponent einer und derselben Sub- nz für die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen verschieden . So ist z. B. der Brechungsexponent der mittlern trahlen des

	roth	gelb	grün	blau	violett	z
m Wasser	1,331	1,334	1,336	1,338	1,344	0,013
rownglas	1,526	1,530	1,533	1,536	1,547	0,021
lintglas	1,628	1,635	1,642	1,648	1,671	0,043
Schwefel- kohlenstoff	1,618	1,631	1,644	1,655	1,702	0,084

e größer die Differenz z zwischen dem Brechungs- ponenten der violetten und rothen Strahlen für eine stimmte Substanz ist, desto stärker zerstreuend wirkt e, desto breiter ist also unter sonst gleichen Um- änden das Spectrum, welches sie gibt. Stellt man so Prismen von Wasser, Crownglas, Flintglas und chwefelkohlenstoff her, welche bei gehöriger Aufstellung e rothen Strahlen gleichstark ablenken, so ist das pectrum für Wasser ganz kurz (d. h. die Entfernung vom othen Ende bis zum violetten ist klein), für Crown- as ist dasselbe fast doppelt, für Flintglas fast 4 mal, r Schwefelkohlenstoff fast 8 mal so groß.

Da das weiße Licht in verschiedene Farben zerlegbar , so muß sich aus den Farben des Spectrums auch ieder weiß zusammensetzen lassen. Annähernd läßt ch dies mit der Newton'schen Farbenscheibe, ig. 16, Taf. 5, zeigen; eine kreisförmige Scheibe, die ngefähr in dem Verhältniß, wie es die Figur zeigt, sieben Sectoren getheilt ist, welche mit Farben an- estrichen (oder mit farbigen Papieren beklebt) sind, elche den prismatischen Farben möglichst nahe kommen. ei rascher Rotation um ihre Axe erscheint die Scheibe eiß oder vielmehr grauliche weiß. Daß man kein ganz ines Weiß erhält, rührt daher, daß man nicht mit rismatischen Farben, sondern mit Pigmenten experi- entirt.

Weit schöner läßt sich die Zusammensetzung des wei- en Lichts aus den Farben des Spectrums durch fol- enden, gleichfalls von Newton herrührenden Versuch arthun: Man erzeuge ein Spectrum mittels eines rismas und fange dasselbe mittels einer Linse auf, ie es Fig. 17, Taf. 5, zeigt. Stellt man dann einen apierschirm so auf, daß die von einem Punkte des rismas aus divergirenden Strahlen wieder in einem unkte vereinigt werden, so erblickt man auf dem chirme ein vollkommen weißes Bild; durch die Verei- igung der divergirend auf die Linse fallenden farbigen trahlen wird also wieder Weiß erzeugt.

Aus der ungleichen Brechbarkeit der verschiedenfar- igen Strahlen geht hervor, daß eine Linse eigentlich ir jede andere Farbenart auch einen andern Brenn- unkt habe, und zwar liegt der Brennpunkt der rothen trahlen weiter von der Linse weg als der Brennpunkt er violetten. Dieses Auseinanderfallen der Brennpunkte erschiedenfarbiger Strahlen wird als chromatische berration bezeichnet.

Die chromatische Aberration verursacht aber eine Un- inheit der Linsenbilder, welche namentlich beim Mikro- op und beim Fernrohr störend wird, und welcher nur urch achromatische Linsen abgeholfen werden kann. chromatische Linsen werden hergestellt durch die Com- ination einer Sammellinse A von Crownglas, Fig. 18, it einer Hohllinse B von Flintglas, deren Zer- reuungsweite ungefähr doppelt so groß ist als die rennweite von A.

Wenn man das Sonnenspectrum in voller Reinheit rstellt, so beobachtet man in demselben dunkle, zu seiner ängsrichtung rechtwinkelige Streifen, welche man nach ihrem Entdecker Fraunhofer'sche Linien nennt, und welche stets genau an derselben Stelle des Spectrums erscheinen. Am zahlreichsten sind diese bald breitern bald schmälern, bald schärfern bald verwaschenen Linien im blau und violett. Fraunhofer bezeichnet sieben der charakteristischsten unter diesen Linien, welche auch in dem Spectrum, Fig. 1, Taf. 5, dargestellt sind, mit A, B, C, D, E, F, G und H. Im Roth liegen A, B und C, im Gelb liegt D, im Grün E, im Blau F, im Indigo G und im Violett die beiden breiten dunkeln Linien H. Diese Linien zeigen sich am besten bei subjectiver Beobachtung des Spectrums durch ein Fernrohr. Durch einen feinen verticalen Spalt läßt man in horizontaler Richtung ein Bündel Sonnen- strahlen in das dunkle Zimmer eintreten und in einer Entfernung von 10 bis 15 Schritten auf ein Prisma s, Fig. 19, fallen. Die aus dem Prisma austretenden Strahlen beobachtet man dann durch ein Fernrohr.

Was nun die natürlichen Farben der Körper betrifft, so sind dieselben nie reine prismatische Farben, son- dern stets aus verschiedenen Spectralfarben zusammen- gesetzt. Am leichtesten läßt sich dies mit durchsichtigen farbigen Körpern, z. B. mit farbigen Gläsern oder mit farbigen Flüssigkeiten zeigen. Man erzeuge ein Spectrum auf einem weißen Papierschirm und halte dann das farbige Glas vor die Oeffnung, durch welche die Sonnenstrahlen in das dunkle Zimmer eintreten, so wird sofort ein Theil des Spectrums verschwinden. Ein rothes Glas z. B. läßt alle Strahlen zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und A durch, wie Fig. 2 zeigt, während es alle andern Farben ver- schluckt. Eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd- Ammoniak absorbirt dagegen alle Strahlen vom mittlern Grün bis zum äußersten Roth, dagegen läßt sie die violetten, dunkel- und hellblauen und einen Theil der grünen durch, wie Fig. 3 zeigt.

In gleicher Weise ist das Absorptionsspectrum einer Lösung von Berlinerblau in Fig. 4, des durch Kobalt blau gefärbten Glases in Fig. 5, einer grünen Lös- ung von Chlorkupfer in Fig. 6, einer gelben Lösung von saurem chromsaurem Kali in Fig. 7 dargestellt.

Sehr interessante und wichtige Erscheinungen bietet die prismatische Zerlegung farbiger Flammen. Die Weingeistflamme und auch die Flamme des Leucht- gases, wenn es mit der genügenden Menge von Luft gemengt ist, wie dies beim Bunsen'schen Brenner der Fall ist, sind an sich schwachleuchtend und farblos, sie werden aber starkleuchtend und gefärbt, wenn man gewisse Substanzen in die Flamme bringt. Bringt man etwas Kochsalz oder ein anderes Natronsalz in die Flamme, so wird sie intensiv gelb gefärbt. Bringt man einen schmalen Spalt vor diese gelbe Flamme und betrachtet man diesen Spalt durch ein Prisma, so reducirt sich das ganze Spectrum auf eine einzige helle, scharfe gelbe Linie, welche in dem Spectralstreifen Fig. 8 dargestellt ist. Derselbe Spectralstreifen, Fig. 8, zeigt aber außer der gelben Natriumlinie auch noch die rothe Linie, auf welche sich das Spectrum reducirt, wenn die Flamme durch Lithium gefärbt ist, sowie auch die grüne Linie der durch Thallium, und die blaue der durch Indium gefärbten Flamme. Fig. 9 zeigt das Spectrum der durch Strontium roth gefärbten Flamme. In gleichem Sinne zeigt Fig. 10 das Spectrum einer durch ein Kalisalz, und Fig. 11 das Spectrum einer durch ein Barytsalz gefärbten Flamme.

Fig. 1, Taf. 6, stellt einen Spectralapparat dar, wie man ihn zur genauen Beobachtung der eben besprochenen Erscheinungen anwendet. A ist ein Me- tallrohr, dessen hinteres Ende bis auf eine feine Spalte geschlossen ist. Die durch die Spalte in das Rohr A

eintretenden Strahlen werden durch eine Linse, welche das vordere Ende des Rohrs A verschließt, parallel gemacht und treffen so auf das Prisma P. Das durch dies Prisma erzeugte Spectrum wird durch das Fernrohr B beobachtet.

Das Rohr C enthält bei S eine kleine, auf Glas photographirte Scala mit weißen Theilstrichen auf schwarzem Grunde. Wenn diese Scala eine Flamme erleuchtet ist, so sieht man durch das Fernrohr B das von der Vorderfläche des Prismas P erzeugte Spiegelbild der Scala und somit erscheinen die hellen Linien des zu beobachtenden Spectrums auf diese Scala projicirt.

Läßt man den elektrischen Funken zwischen Spitzen von Eisen überschlagen, so zeigt die prismatische Zerlegung dieses Funkens ein Spectrum, welches aus mehr als 100 hellen, scharfen Linien verschiedener Farben besteht. Ein anderes System heller Linien zeigt der zwischen Kupfer überspringende Funken. Kurz jedem Metall kommt ein eigenthümliches System heller Spectrallinien zu.

Nun hat man gefunden, daß die Natriumlinie, Fig. 8, Taf. 5, genau mit der Fraunhofer'schen Linie D zusammentrifft, daß jeder hellen Linie des Eisenspectrums eine dunkle Fraunhofer'sche Linie entspricht, und daraus den Schluß gezogen, daß sowol Natrium als Eisen in der Sonnenatmosphäre enthalten sind. Dasselbe gilt für alle Metalle, deren helle Spectrallinien genau mit Fraunhofer'schen Linien zusammenfallen.

Die meisten farbigen Körper können nur solche Farbenstrahlen zerstreuen, welche schon im auffallenden Licht enthalten sind, wie man dies sehr schön mit farbigen Papieren zeigen kann. Rothes Papier erscheint nur dann roth, wenn das auffallende Licht rothe Strahlen enthält. Es zeigt keine Spur von rother Färbung, wenn es von einer durch Kochsalz gefärbten Weingeistflamme beleuchtet wird.

Manche sonst durchsichtige Körper haben die merkwürdige Eigenschaft, unter dem Einfluß gewisser Lichtstrahlen selbstleuchtend zu werden, und Licht von einer Farbe zu zerstreuen, welche von der Farbe des auffallenden Lichts verschieden ist. Solche Körper nennt man fluorescirende Körper. Sie zeigen, dem weißen Lichte ausgesetzt, einen eigenthümlichen Schiller, welcher sich am schönsten beobachten läßt, wenn man mittels einer Sammellinse einen Strahlenkegel auf dieselben fallen läßt, wie Fig. 20, Taf. 5, erläutert. Der so concentrirte Strahlenkegel bildet einen leuchtenden Büschel, welcher lichtblau in einer Chininlösung und in Petroleum, grün in einem weingeistigen Extract von Stechapfelsamen und in Glas, welches durch Uranoxyd gefärbt ist; roth in einer ätherischen Lösung von Blattgrün erscheint.

Die Farbe des Büschels bleibt ungeändert, wenn man die auf die Linse fallenden Strahlen erst durch ein blaues Glas gehen läßt. Die blauen Strahlen können also im Uranglas den grünen Büschel erzeugen, während dies die grünen, gelben und rothen nicht vermögen.

Am schönsten zeigt sich das Verhalten der fluorescirenden Substanzen, wenn man das Spectrum auf dieselben projicirt. Fängt man z. B. auf einer Platte von Uranglas das Spectrum auf, so gehen die rothen, gelben und grünen Strahlen durch, wie durch farbloses Glas; da aber, wo die hellblauen, dunkelblauen und violetten Strahlen auffallen, zerstreut das Uranglas ein grünes Licht, man sieht hier einen grünen Spectralstreifen, welcher ungefähr an der Grenze zwischen grün und blau des Spectrums beginnt und sich noch weit über das violette Ende des Spectrums hinauserstreckt. Auf diesem Spectrum zeigen sich die Fraunhof[illegible] Linien sehr schön, und man beobachtet sie au[illegible] in dem ultravioletten Theil des Spectrums. [illegible] den also die blauen und violetten Strahlen, [illegible] noch brechbarere, welche unmittelbar gar nic[illegible] bar sind, durch das Uranglas in grünes Lic[illegible] wandelt.

Es sind vorzugsweise die brechbarern, also die [illegible] violetten und ultravioletten Strahlen, welche [illegible] scheinungen der Fluorescenz erzeugen.

V. Die Photographie.

Das Licht ist im Stande, chemische Wirk[illegible] hervorzubringen; so wird z. B. das weiß[illegible] silber durch den Einfluß der Lichtstrahlen ge[illegible] was nur eine Folge seiner Zersetzung ist, [illegible] das Chlor entweicht und das Silber, in feinve[illegible] Zustande schwarz erscheinend, zurückbleibt. Auf [illegible] chemischen Wirkungen des Lichts beruht die P[illegible] graphie.

An die Stelle, an welcher das scharfe Bild [illegible] eines Gegenstandes in der Camera-obscura e[illegible] wird ein Schieber g, Fig. 40, Taf. 4, eingeschob[illegible] welchem eine mit einer durch Jodsilber imprä[illegible] Collodiumschicht überzogene Glasplatte befind[illegible] Das Jodsilber ist in gleicher Weise empfindlich [illegible] das Licht wie das Chlorsilber. Nachdem [illegible] eine Zeit lang auf die Collodiumschicht eingewi[illegible] ist die chemische Zersetzung des Jodsilbers in [illegible] gleichsam eingeleitet, und wenn nun eine [illegible] Flüssigkeit, d. h. eine solche darauf gegossen wi[illegible] große Verwandtschaft zum Jod hat, so wird [illegible] selbe das Jodsilber an den Stellen zersetzt, [illegible] das Licht eingewirkt hatte.

An den hellsten Partien des Bildes wird [illegible] silber ganz zersetzt, sie werden also ganz [illegible] den halbdunkeln Partien tritt nur eine [illegible] Schwärzung ein, an den ganz dunkeln Par[illegible] Bildes aber bleibt das Jodsilber ganz unzers[illegible] hat also nun auf der Glasplatte ein negativ[illegible] d. h. ein Bild, in welchem die hellen Partien [illegible] genstandes dunkel, die Schattenpartien des Ge[illegible] des hell erscheinen.

Das so hergestellte negative Bild würde [illegible] von kurzer Dauer sein, weil an allen Stellen, [illegible] Licht gar nicht oder nur schwach eingewirkt hat, [illegible] unzersetztes Jodsilber vorhanden ist, welches [illegible] Einfluß des Lichts nach und nach auch no[illegible] wird, sodaß nach einiger Zeit die ganze Collod[illegible] geschwärzt sein würde.

Um dies zu verhindern, muß man sogleich [illegible] stellung des negativen Bildes dasselbe dadurch [illegible] daß man alles noch unzersetzte Jodsilber entfer[illegible] dadurch geschieht, daß man die Platte mit e[illegible] figkeit übergießt, welche das Jodsilber au[illegible] z. B. eine Lösung von unterschwefligsaurem N[illegible] Wasser.

Nehmen wir z. B. an, der zu photographir[illegible] genstand sei ein großer, auf eine weiße Wand [illegible] Buchstabe, so würde man nach dem eben beschr[illegible] Verfahren von demselben das verkehrte negativ[illegible] Fig. 21, Taf. 5, auf der Glasplatte erhalten.

Von diesem negativen Glasbild muß nun [illegible] positive Copie gemacht werden, was da[illegible] schieht, daß man auf die Collodiumseite des [illegible] Bildes ein mit Chlorsilber imprägnirtes [illegible] legt. Um dasselbe fanst andrücken zu können, [illegible] man sich des Copierrahmens, Fig. 2, Taf. [illegible] die Glasplatte des Copierrahmens kommt zu[illegible]

egative Glasbild, darauf das Chlorsilberpapier, darauf ine Lage von Tuch oder Filz und darauf endlich ein Brett, welches mittels Schrauben angedrückt werden nn. Wird nun die Glasfeite des Copierrahmens egen die Sonne gekehrt, so dringen ihre Strahlen durch ie ungeschwärzten Partien des negativen Bildes auf as Chlorsilberpapier, welches also gerade da geschwärzt ird, wo die hellen Partien des negativen Bildes sind, ährend es da weiß bleibt, wo die dunkeln Stellen es negativen Bildes die Sonnenstrahlen von ihm abalten. Die so erhaltene positive Copie, Fig. 22, muß ber auch durch eine Lösung von unterschwefligsaurem datron fixirt werden, denn sonst würde das Bild in urzer Zeit ganz schwarz werden.

Die chemische Wirkungsfähigkeit der verschiedensarigen Strahlen ist sehr ungleich. Im allgemeinen irken die weniger brechbaren Strahlen, also die rothen, elben und grünen, am wenigsten; während die brechbarern am stärksten wirken. Dieselben Strahlen, welche ie Erscheinung der Fluorescenz hervorrufen, bringen uch die stärkste chemische Wirkung hervor. Wenn man as Spectrum auf einer photographisch präparirten Jollodiumschicht auffängt, so findet man, daß die rothen, elben, grünen und ein Theil der blauen Strahlen unwirksam sind, denn man erhält ein negatives Bild des Spectrums, welches erst zwischen den Frauenhofer'schen Linien F und G beginnt und noch weit über H hinusgeht. Also auch die für sich unsichtbaren ultravioletten Strahlen bringen noch chemische Wirkungen hervor.

In photographischen Bildern werden deshalb auch lle rothen, gelben und grünen Gegenstände viel zu unkel erscheinen, was die malerische Haltung derselben ft wesentlich beeinträchtigt.

VI. Das Auge und die optischen Instrumente.

Das Auge des Menschen und der höhern Thiere st, was seine optische Construction anlangt, eine Camera-obscura. Der ganze Augapfel, Fig. 23, Taf. 5, ist von einer festen harten Haut (tunica sclerotica) eingeschlossen, welche nur an der vordersten Stelle bei a durchsichtig und hier auch etwas stärker gewölbt ist (Hornhaut). Hinter der Hornhaut befindet sich ein undurchsichtiger Schirm bb', die Regenbogenhaut, oder Iris, mit einer kreisförmigen Oeffnung ss' (die Pupille), durch welche allein die Lichtstrahlen in das Innere des Auges eindringen können. Dicht hinter der Pupille befindet sich die Krystallinse k. Der Zwischenraum zwischen der Linse und der Hornhaut ist mit einer wässerigen, der Zwischenraum zwischen der Linse und der Rückwand des Augapfels ist mit einer gallertartigen Flüssigkeit (Glasfeuchtigkeit) ausgefüllt.

Die Rückwand des Augapfels ist innen mit der Netzhaut (retina) überkleidet, welche eine Ausbreitung des optischen Nervs n ist. Auf dieser Netzhaut entsteht in verkehrtes verkleinertes Bild der äußern Gegenstände, wie dies Fig. 45, Taf. 4, erläutert.

Daß wirklich ein solches Netzhautbildchen vorhanden ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man in dem Augapfel eines frisch geschlachteten Ochsen oben eine kleine Oeffnung bei a, Fig. 24, Taf. 5, einschneidet und durch diese nach der Netzhaut hinschaut, während ein beliebiger Gegenstand in passender Entfernung vor dem Auge aufgestellt ist.

Man kann nur dann einen Gegenstand deutlich sehen, wenn sein Bild auf der Netzhaut scharf ist.

Es gibt für jedes Auge eine kleinste Entfernung, über welche hinaus man ihm den Gegenstand nicht nähern darf, wenn man ihn noch deutlich sehen will. Es ist dies die Weite des deutlichen Sehens, welche bei Kurzsichtigen kleiner, bei Fernsichtigen größer ist als 10 Zoll.

Jeder auf der Netzhaut gemachte Lichteindruck wirkt noch eine Zeit lang nach; daher kommt es, daß eine im Kreis geschwungene glühende Kohle als ein ununterbrochener feuriger Ring erscheint, daß man die einzelnen Sectoren einer abwechselnd schwarz und weiß bemalten, rasch um ihren Mittelpunkt rotirenden Scheibe, Fig. 46, Taf. 4, nicht mehr unterscheiden kann.

Auf der Dauer des Lichteindrucks beruht auch die Wunderscheibe (stroboskopische Scheibe), Fig. 25, Taf. 5. An dem Umfang einer Scheibe von Pappendeckel sind in gleichen Abständen voneinander 12 gleiche Oeffnungen eingeschnitten. Innerhalb dieses Löcherrings ist nun eine Scheibe befestigt, auf welcher ein und derselbe Gegenstand in 12 aufeinanderfolgenden Stellungen abgebildet ist. Hält man nun die Vorderfläche der Scheibe vor einen Spiegel, so sieht man durch irgend eine, etwa die oberste Oeffnung das Spiegelbild der Figuren, und wenn nun beide Scheiben zusammen rasch um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Axe rotiren läßt, so scheint es dem durch die Löcher nach dem Spiegel schauenden Auge, als ob der auf der kleinen Scheibe gemalte Gegenstand sich bewege.

Wenn man das Auge eine Zeit lang auf einen lebhaft gefärbten, hellerleuchteten Gegenstand heftet, so wird die Empfindlichkeit der Netzhaut für diese Farbe abgestumpft, während sie für die übrigen Farben ungeändert bleibt. Wendet man das Auge, nachdem es eine Zeit lang den farbigen Gegenstand fixirt hatte, auf eine weiße Fläche, so sieht man ein Nachbild des Gegenstandes von complementärer Farbe. Man hefte z. B. das Auge eine Zeit lang auf 7 grellgrüne Scheibchen, welche auf ein weißes Papier aufgeklebt sind, wie Fig. 26, Taf. 5, und wende dann das Auge etwas seitwärts, so glaubt man nun 7 rothe Scheibchen auf weißem Grunde zu sehen (subjective Farben).

Das Sehen mit zwei Augen trägt wesentlich zur richtigern Schätzung der Entfernung näherer Gegenstände bei. Von einem nicht gar weit entfernten Gegenstande gibt uns das rechte Auge eine etwas andere Ansicht als das linke; durch die gegenseitige Ergänzung dieser beiden Bilder erhalten wir aber erst einen wahrhaft plastischen Eindruck des Gegenstandes, wie ihn ein einzelnes Bild nie geben kann. Damit hängt nun auch die überraschende Wirkung der Stereoskopbilder zusammen. Zwei zusammengehörige Stereoskopbilder sind nie ganz gleich, denn das eine stellt den Gegenstand dar, wie er dem rechten, das andere, wie er dem linken Auge erscheint. Das Stereoskop, Fig. 27, bewirkt nun, daß jedes Auge nur das für es bestimmte Bild und zwar in solcher Richtung sehen kann, daß sich die beiden Bilder zu einem Totaleindruck vereinigen. Fig. 28 stellt die beiden Gläser eines Stereoskops, welche den doppelten Zweck erfüllen, die Bilder etwas vergrößert zu zeigen und sie etwas gegeneinander zu rücken, im Durchschnitt dar.

Denkt man sich von den äußersten Punkten A und B, Fig. 45, Taf. 4, eines Gegenstandes gerade Linien nach den äußersten Punkten a und b seines Netzhautbildchens im Auge gezogen, so ist der Winkel, welchen diese beiden Visirlinien miteinander machen, der Sehwinkel, unter welchem der Gegenstand AB dem Auge erscheint. Die scheinbare Größe des Gegenstandes ist diesem Sehwinkel proportional. Ein größerer Gegenstand A'B', Fig. 29, Taf. 5, kann unter demselben Sehwinkel erscheinen, wie ein kleinerer AB, wenn er entsprechend weiter entfernt ist.

Die scheinbare Größe eines Gegenstandes wächst, wenn man ihn dem Auge nähert; um einen kleinen Gegenstand recht groß zu sehen, muß man ihn also dem Auge möglichst nähern. Da man aber den Gegenstand nicht innerhalb der Sehweite des Auges bringen darf, wenn man ihn noch deutlich sehen will, so ist dadurch einer fernern Annäherung und Vergrößerung des Sehwinkels eine Grenze gesetzt. Will man einen kleinen Gegenstand größer sehen, als es mit bloßem Auge möglich ist, so muß man ein einfaches oder zusammengesetztes Mikroskop anwenden.

Das einfache Mikroskop ist eine Sammellinse von kurzer Brennweite (Lupe), welche man dicht vor das Auge bringt, und dann den Gegenstand innerhalb der Brennweite der Linse hält, wie Fig. 39, Taf. 4, erläutert. Man hält den Gegenstand AB so, daß das aufrechte vergrößerte Scheinbild ab in der Weite des deutlichen Sehens ist. Für stärkere Vergrößerungen muß man das zusammengesetzte Mikroskop anwenden, dessen Einrichtung durch Fig. 30, Taf. 5, erläutert wird. Einer Sammellinse ab von kurzer Brennweite (dem Objectiv), wird der zu betrachtende Gegenstand rs (Object) fast bis zum Brennpunkt genähert. Die Linse ab entwirft dann von dem Objecte rs ein verkehrtes vergrößertes Sammelbild RS, und dieses Sammelbild RS wird dann durch das Ocular cd wie durch eine Lupe betrachtet, sodaß man es vergrößert in R'S' erblickt.

Die äußere Construction des Mikroskops wird durch Fig. 31 erläutert. Die Objectivlinse o ist an das untere Ende eines Metallrohrs angeschraubt, während das Ocular am obern Ende desselben bei n eingesteckt wird. Das Object wird auf das in der Mitte durchbrochene Tischlein pp gelegt und von unten her durch den Spiegel ss erleuchtet.

Die Construction des Fernrohrs beruht auf denselben Principien. Die verständlichste Form desselben ist das astronomische Fernrohr, dessen Wirkung durch die schematische Fig. 32, Taf. 5, erläutert wird. Von dem entfernten, zu betrachtenden Gegenstand AB wird durch eine Sammellinse o von größerer Brennweite (das Objectiv) ein verkehrtes verkleinertes Bild ab entworfen und dieses durch die Ocularlinse vv, welche auch hier als Lupe dient, betrachtet, sodaß man es vergrößert in a'b' erblickt. Fig. 34 erläutert die äußere Einrichtung des astronomischen Fernrohrs. Das Objectiv ist bei k, das Ocular ist bei o angeschraubt. Wenn der Gegenstand AB, Fig. 32, dem Ocular näher rückt, so entfernt sich das Bild ab von demselben, man muß also auch die Ocularlinse vv vom Objectiv mehr entfernen; aus diesem Grunde muß das Ocular etwas gegen das Objectiv verschiebbar sein. Größere Fernrohre werden auf Stativen aufgestellt, wie Fig. 33 zeigt.

Das astronomische Fernrohr gibt ein verkehrtes Bild der Gegenstände, was bei Betrachtung irdischer Objecte, wie Landschaften, sehr störend ist. Zu diesem Zweck eignen sich deshalb besser das holländische oder Galilei'sche Fernrohr und das terrestrische oder Erdfernrohr. Bei dem holländischen Fernrohr wird das Ocular durch eine Hohllinse, Fig. 35, gebildet, welche die vom Objectiv kommenden Strahlen auffängt, ehe sie sich noch zum Bild ab vereinigt haben, sodaß die Strahlen, welche gegen einen Punkt des nicht zu Stande kommenden Bildes ab convergiren, nach dem Durchgang durch die Hohllinse v so divergiren, als ob sie von einem Punkt des vergrößerten Bildes a'b' kämen.

Das holländische Fernrohr erlaubt nur schwächere Vergrößerungen, weil sein Gesichtsfeld für einigermaßen starke Vergrößerungen sehr klein wird. Die bekannten Theaterperspective, welche nur eine 2 bis 3 malige Vergrößerung geben und deren innere Einrichtung durch Fig. 36 erläutert wird, sind holländische Fernrohre.

Bei dem Erdfernrohr ist das als Lupe wirkende Ocular des astronomischen Fernrohrs durch ein schwach wirkendes Mikroskop ersetzt, welches das verkehrte Bild des Objectivs wieder umkehrt, also ein aufrechtes Bild des Gegenstandes gibt.

Die verbreitetste Form des Erdfernrohrs sind die allgemein bekannten Zugfernrohre, deren Einrichtung durch Fig. 37 erläutert wird. Die Ocularröhre enthält 4 Sammellinsen, welche zusammen wie ein schwaches Mikroskop wirken.

Ehe man gelernt hatte, achromatische Linsen zu construiren, waren die dioptrischen Fernrohre wegen der chromatischen Aberration ziemlich mangelhaft, man suchte sie deshalb durch katoptrische zu ersetzen, d. h. man ersetzte die Objectivlinse durch einen Hohlspiegel und so entstanden die Spiegeltelescope.

Die Construction des Newton'schen Spiegeltelescops wird durch Fig. 38 erläutert. An dem Ende eines nach offenen Rohrs ist ein metallener Hohlspiegel ss eingesetzt, der von einem weit entfernten Gegenstande ein verkehrtes verkleinertes Bild bei a entwerfen würde, wenn die von ss kommenden Strahlen nicht durch den metallenen Planspiegel p aufgefangen würden; durch diesen Planspiegel werden aber die Strahlen seitwärts reflectirt, sodaß das Bild des entfernten Gegenstandes bei b entsteht. Dieses Bild bei b wird nun durch das Ocular o betrachtet.

Fig. 39 erläutert die Construction des Gregory'schen Spiegeltelescops. Der in seiner Mitte durchbrochene Objectivspiegel ss entwirft von dem entfernten Gegenstand ein verkehrtes verkleinertes Bild in a. Dieses Bild a befindet sich aber nahe bei dem Brennpunkt des kleinen Hohlspiegels V, welcher vom Bilde a ein vergrößertes aufrechtes Bild b entwirft, und dieses Bild b wird endlich durch das Ocular o betrachtet. Fig. 40 stellt das Aeußere eines Geregory'schen Spiegeltelescops dar.

VII. Interferenz der Lichtstrahlen.

Die Grundlage zur Erklärung der Lichterscheinungen bildet die gegenwärtig von allen Physikern angenommene Vibrations- oder Undulationstheorie, nach welcher das Licht durch eine sehr rasche Oscillationsbewegung der Atome des leuchtenden Körpers erzeugt, und durch eine Wellenbewegung des Aethers, einer imponderabeln, höchst feinen und elastischen Substanz, welche alle Himmelsräume und die Zwischenräume zwischen den Atomen der ponderabeln Körper ausfüllt, fortgepflanzt werden.

Es sei AB, Fig. 41, die Richtung, nach welcher sich ein elementarer Lichtstrahl fortpflanzt, so werden alle Aetherthelchen, welche in ihrem Ruhezustand auf der geraden Linie AB liegen, rechtwinkelig zu dieser Richtung hin- und hervibriren, sodaß sie in einem bestimmten Moment etwa die gegenseitige Stellung haben, wie die Figur andeutet. Das Theilchen b oscillirt zwischen b' und b'', das Theilchen f oscillirt zwischen f' und f''. In demselben Moment, in welchem b in b'' ankommt, kommt f in f' an, u. s. w.

Der Abstand von b nach f ist eine halbe, der Abstand von b nach c ist eine ganze Wellenlänge. Zwei Aetherthelchen, welche um eine halbe Wellenlänge voneinander entfernt sind, befinden sich stets in einer gegengesetzten, solche, welche um eine ganze Wellenlänge entfernt sind, befinden sich in gleichen Schwingungszuständen.

Denn demnach von einer gemeinsamen Lichtquelle gehend zwei Lichtstrahlen auf verschiedenen Wegen einem und demselben Punkte gelangen, so können sich entweder unterstützen, wenn der Unterschied r Wege (Gangunterschied) eine, oder ein ganzes lfaches einer Wellenlänge beträgt; oder sie müssen in ihrer Wirkung aufheben, wenn ihr Gangunterd eine halbe oder ein ungerades Vielfaches einer ben Wellenlänge beträgt.

Ein solches Zusammenwirken zweier Lichtstrahlen, bei chem sie sich je nach den Umständen gegenseitig verken oder aufheben, wird Interferenz genannt.

Die Interferenz der Lichtstrahlen läßt sich am einsten mit Hülfe der Fresnel'schen Interferenzegel zeigen. Zwei ebene Spiegel von schwarzem ase sind so zusammengestellt, daß sie einen sehr mpfen (wenig von 180° abweichenden) Winkel mitander machen. Wenn man auf dieselben von einer fernten Lichtquelle, etwa von einer verticalen Lichtie c, Fig. 4, Taf. 6, in sehr schräger Richtung Strahauf diese Spiegel fallen läßt, so werden sich die von den Spiegeln reflectirten Strahlen unter sehr spitzem inkel schneiden. Je zwei der reflectirten, in irgendem Punkte d sich schneidenden Strahlen haben nun r meist ungleich lange Wege csd und cs'd zurückegt. Je nachdem nun die Differenz dieser Wege ein nzes Vielfaches einer Wellenlänge, oder ein ungerades lfaches einer halben Wellenlänge beträgt, werden sich in d zusammentreffenden Strahlen unterstützen oder fheben, man sieht hier also abwechselnd helle und nkle Streifen, Fig. 42, Taf. 5. Weil diese Streifen r sein sind, muß man sie mit der Lupe betrachten. g 3, Taf. 6, erläutert die Construction der Interenzspiegel.

Ein zweites Beispiel von Interferenz der Lichtstrahlen fern die Beugungserscheinungen, welche beim urchgang des Lichts durch sehr enge Oeffnungen zeugt werden. Der einfachste Fall des Beugungsänomens ist folgender: Die Sonnenstrahlen, welche an durch einen verticalen Spalt in ein dunkles Zimer ganz in der Weise eintreten läßt, als ob man ein ismatisches Spectrum erzeugen wollte, werden durch nen 10 bis 15 Fuß entfernten Schirm aufgefangen, welchem sich nur ein $^1/_2$ bis 1 Millimeter breiter, m ersten paralleler Spalt befindet. Läßt man nun durch den zweiten Spalt hindurchgegangenen Strahn in einer Entfernung von abermals 10 bis 15 Fuß f einen Schirm von weißem Papier fallen, so sieht n auf demselben nicht etwa blos einen schmalen ticalen Lichtstreif, wie man nach der geradlinigen rtpflanzung des Lichts erwarten sollte, sondern die eugungsfigur Fig. 44, Taf. 5: ein breites, weißes, lles Feld in der Mitte, welches zu beiden Seiten von wechselnd hellen und dunklen farbigen Streifen gemmt ist. Das Beugungsbild wird um so breiter d lichtschwächer, je schmäler der Spalt ist.

Am einfachsten gestaltet sich die Erscheinung für hogenes (einfarbiges) Licht. Läßt man das auf die eite Spalte fallende Licht erst durch ein rothes Glas ben, so besteht das Beugungsbild aus abwechselnd lhen und schwarzen Streifen. Wendet man statt des then Glases ein grünes an, so ist das Beugungsbild r Art nach dasselbe, nur rücken die Streifen etwas ber zusammen; noch mehr rücken sie aber für blaues cht zusammen.

Mit der Gestalt der beugenden Oeffnung ändert sich ch die Gestalt des Beugungsbildes. Fig. 45 stellt s Beugungsbild dar, wie es durch eine kleine rautenrmige Oeffnung der nebenstehenden Form erzeugt wird. Fig. 5, Taf. 6, zeigt das Beugungsbild einer kleinen kreisförmigen Oeffnung.

Weit schöner als beim Auffangen auf einem Schirme zeigen sich die Beugungserscheinungen bei subjectiver Beobachtung, d. h. wenn man gleichsam die Netzhaut zum Auffangen des Beugungsbildes benutzt. Am besten geschieht dies, wenn man die beugende Oeffnung vor das Objectiv eines Fernrohrs setzt, Fig. 6, Taf. 6, und dann durch das Fernrohr nach der Lichtquelle schaut.

Eine weitere Reihe von Interferenzerscheinungen bilden die Farben dünner Blättchen. Jeder durchsichtige Körper glänzt nämlich mit den brillantesten Farben, wenn er nur hinlänglich dünn ist. Das bekannteste Beispiel sind die Seifenblasen.

Newton brachte diese Farben in der größten Regelmäßigkeit dadurch hervor, daß er eine Glaslinse von sehr großer Brennweite auf eine ebene Glastafel legte. Es bildet sich dann eine sehr dünne Luftschicht zwischen den beiden Gläsern, welche von der Mitte bis zum Rande hin allmählich dicker wird, und welche bei auffallendem weißem Lichte eine Reihe brillanter Farbenringe zeigt, deren Centrum durch einen dunkeln Fleck gebildet wird, wie dies durch Fig. 46, Taf. 5, anschaulich gemacht werden soll.

Durch die dunklesten Stellen dieser Ringe werden sie gleichsam in verschiedene Abtheilungen (Ordnungen) getheilt. Die Farben von der Mitte bis zum ersten dunkeln Ring, heißen die Farben erster Ordnung; vom ersten bis zum zweiten dunkeln Ring heißen sie Farben zweiter Ordnung, u. s. w.

Die Erscheinung rührt daher, daß die an der Vorderfläche der dünnen Schicht reflectirten Strahlen mit denjenigen zur Interferenz kommen, welche an der hintern Fläche reflectirt werden, welche also einen größern Weg zurückgelegt haben, wie dies Fig. 47, Taf. 5, andeutet. Da nun aber die Wellenlänge der verschiedenen Farben ungleich ist, so kommt es, daß für gewisse Farben die interferirenden Strahlen sich gegenseitig unterstützen, während sie sich an derselben Stelle des dünnen Blättchens gegenseitig aufheben. An solchen Stellen, welche die Farben zweiter und dritter Ordnung zeigen, herrscht eine Farbe entschieden vor, während andere im Minimum sind, wie sich am besten durch prismatische Zerlegung darthun läßt.

Fig. 12, Taf. 5, zeigt die prismatische Zerlegung des Grüns vierter Ordnung. Allerdings herrscht hier das Grün vor, allein es kommt von andern Farben doch noch so viel hinzu, daß das Grün vierter Ordnung ziemlich matt erscheint.

Für Blättchen, welche so dick sind, daß sie in weißem Licht keine Farben mehr zeigen, hört deshalb die Interferenz nicht auf, nur wirken die verschiedenen Farben so zusammen, daß keine vorherrschen kann, wie man dies am besten durch die prismatische Zerlegung der Farben solcher dicker Blättchen (Fig. 13 und 14) nachweisen kann.

VIII. Polarisation und doppelte Brechung.

Ein Lichtstrahl ist polarisirt, wenn die rechtwinkelig zu seiner Fortpflanzungsrichtung stattfindenden Vibrationen der Aethertheilchen sämmtlich in einer und derselben Ebene stattfinden.

Solche polarisirte Strahlen entstehen z. B., wenn ein gewöhnlicher Lichtstrahl ab, Fig. 49, Taf. 5, so auf eine Glasplatte RS fällt, daß der Winkel abh, den er mit ihr macht, 35° beträgt. Der reflectirte Strahl bc ist alsdann polarisirt, seine Schwingungen sind der Ebene des Spiegels RS parallel, sie gehen sämmtlich in der Ebene lfdm vor sich.

Um die Erscheinungen der Polarisation an Glasspiegeln zu zeigen, muß man schwarzes Glas oder doch auf der Rückseite geschwärztes Glas anwenden. In Fig. 48 sei fgih ein schwarzer Glasspiegel, welcher in der Richtung bc einen polarisirten Strahl reflectirt. Fällt dieser Strahl auf eine zweite, ebenfalls auf der Rückseite geschwärzte Glastafel, welche der untern parallel ist, so wird dieser zweite Spiegel den Strahl bc in der Richtung cd reflectiren; dreht man jedoch den obern Spiegel so, daß die Richtung des Strahls bc die Umdrehungsaxe bildet, so bleibt zwar der Winkel, welchen der einfallende Strahl bc mit der Spiegelfläche macht, ungeändert, allein der Parallelismus der beiden Spiegel hört auf; der reflectirte Strahl wird um so schwächer, je weiter man dreht, die Reflexion am obern Spiegel hört ganz auf, wenn man um 90° gedreht hat.

Fig. 7, Taf. 6, stellt einen Polarisationsapparat dar, mit welchem sich die eben angedeuteten Versuche ausführen lassen. Bequemer ist der Nörrembergische Polarisationsapparat, Fig. 8, bei welchem die polarisirten Strahlen in verticaler Richtung zum obern Theil des Apparats gelangen. Der Polarisationsspiegel AB ist auf der Rückseite nicht geschwärzt. Die von ihm polarisirten Strahlen gehen vertical nach unten, wo sie, durch den in gewöhnlicher Weise belegten Spiegel s vertical nach oben reflectirt, durch den Polarisationsspiegel AB ungeändert hindurchgehen, um endlich zum Zerlegungsspiegel CD zu gelangen.

In der Mitte des Apparats befindet sich ein Tischlein m von Glas, welches für gewöhnlich horizontal steht, welches man aber in horizontaler Ebene umdrehen und etwas gegen die Horizontale neigen kann.

Ein zweites Mittel, polarisirtes Licht zu erhalten, bieten solche Turmalinplatten, welche parallel mit der krystallographischen Hauptaxe dieses meist grün oder braun gefärbten Minerals geschnitten sind. Eine solche Platte läßt nur solche Strahlen durch, deren Schwingungsebene parallel ist der krystallographischen Hauptaxe, wie dies durch Fig. 47, Taf. 4, erläutert werden soll, in welcher abcd eine Turmalinplatte darstellen soll, deren Axe parallel der Kante ab (also auch parallel der Schraffirung) ist. Der in der Richtung RS hindurchgegangene Strahl ist so polarisirt, daß seine Schwingungen in der Ebene fgih stattfinden.

Legt man zwei Turmalinplatten abdc, Fig. 48, Taf. 4, und efhg so aufeinander, daß die krystallographischen Axen beider parallel sind, so wird das Licht, welches durch die untere Platte hindurchgegangen ist, auch durch die zweite hindurchgehen. Dreht man aber die eine, etwa efhg, in ihrer Ebene aus dieser Lage des Parallelismus heraus, so wird das durchgelassene Licht schwächer und schwächer, bis es endlich ganz verschwindet, wenn man die eine Platte um 90° gedreht hat, bis also die Axen der beiden Platten gekreuzt sind, Fig. 49.

Um mit den Turmalinplatten bequem experimentiren zu können, werden sie in eine Turmalinzange, Fig. 9, Taf. 6, gefaßt, welche erlaubt, jede der mittels Kork in ein gerändertes Messingscheibchen eingesetzten Turmalinplatten bequem in ihrer Ebene umzudrehen. Fig. 43, Taf. 5, stellt eine andere Form der Turmalinzange dar.

Wenn man aus irgendeinem Krystall, welcher nicht zum regulären System gehört, ein Prisma bildet und durch dasselbe nach irgendeinem kleinen Gegenstand hinschaut, so erblickt man in der Regel zwei Bilder des Gegenstandes, welche ungleich starke Ablenkung durch das Prisma erlitten haben; die einfallenden Lichtstrahlen sind also in zwei ungleich stark brechbare Bündel getheilt worden, welche, wie sich durch die Untersuchung mit der Turmalinplatte ergibt, polarisirt sind, und deren Schwingungsebenen rechtwinkelig zueinander stehen. Die Schwingungen, welche die Strahlen des einen Bildes fortpflanzen, finden in der Richtung der krystallographischen Hauptaxe statt, die Schwingungen des andern sind rechtwinkelig zu derselben.

Der rechtwinkelig zur Hauptaxe vibrirende Strahl wird der ordinäre, der andere wird der extraordinäre genannt. Der ordinäre Strahl pflanzt sich nach allen Richtungen im Krystall mit gleicher Geschwindigkeit fort, für den extraordinären Strahl ist die Geschwindigkeit veränderlich, je nach der Richtung, in welcher er den Krystall durchläuft. Bei den Krystallen des quadratischen und des hexagonalen Systems haben der ordinäre und der extraordinäre Strahl in der Richtung der krystallographischen Hauptaxe gleiche Geschwindigkeit; in der Richtung der Hauptaxe findet also keine doppelte Brechung statt. Solche Richtungen im Krystall, nach welchen sich alle Strahlen mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen, werden optische Axen genannt. Für die Krystalle der obengenannten zwei Systeme gibt es nur eine optische Axe, für die übrigen folgenden Krystallisationssysteme gibt es deren zwei. Danach unterscheidet man optisch einaxige und zweiaxige Krystalle.

IX. Chromatische Polarisation.

Legt man ein dünnes Plättchen irgendeines doppelt brechenden Krystalls, etwa ein dünnes Gipsblättchen auf das Tischlein m des Polarisationsapparats, Fig. 8, Taf. 6, so erscheint sein Bild, im obern Spiegel betrachtet, schön gefärbt. Die Farbe ändert sich mit der Dicke des Blättchens, mit seiner Lage und mit der Stellung des Zerlegungsspiegels.

Das Gipsblättchen sei so gelegt, daß seine Farbe möglichst brillant erscheint, während die Schwingungsebenen der beiden Polarisationsspiegel AB und CD gekreuzt sind, so geht die Farbe in die complementäre über, wenn man den obern Spiegel um 90° dreht. Erscheint z. B. das Blättchen bei gekreuzten Spiegeln grün, so ist es roth bei parallelen Spiegeln.

Ganz eigenthümliche Ringfiguren beobachtet man, wenn man senkrecht zur Axe geschnittene Krystallplatten in die Turmalinzange legt. Näheres darüber lehrt die Mineralogie.

Im normalen Zustande zeigt Glas keine doppelte Brechung und folglich auch keine chromatische Polarisation; dieselbe erscheint aber, sobald durch einseitigen Druck, durch Erwärmung, durch rasche Abkühlung glühend gemachter Glasplatten u. s. w. die Homogeneität der Masse zerstört wird. Fig. 50, Taf. 4, zeigt die Erscheinung einer dicken, schnell gekühlten quadratischen Glasplatte zwischen gekreuzten Spiegeln, wenn man sie auf das mittlere Tischlein des Polarisationsapparats, Fig. 8, Taf. 6, legt.

Wenn man eine senkrecht zur Axe geschliffene Quarzplatte zwischen die gekreuzten Spiegel des Polarisationsapparats, Fig. 8, Taf. 6, auf das Tischlein m legt, so scheint sie je nach ihrer Dicke verschieden gefärbt.

Diese Farbe ändert sich nun, wenn man den Zerlegungsspiegel CD dreht, aber in ganz anderer Weise als es bei dünnen Gipsblättchen geschieht; sie durchläuft eine Reihe von Nuancen, in denen bald roth, gelb, grün, blau oder violett vorherrscht. Es rührt dies daher, daß durch die Quarzplatte die Schwingungsebene der von unten kommenden Strahlen gedreht wird (Circularpolarisation).

Auch bei Flüssigkeiten wird die Erscheinung der Circularpolarisation beobachtet, so z. B. im Terpentinöl (linksdrehend), in Zuckerlösungen (rechtsdrehend) u. s. w., und dadurch hat die Circularpolarisation auch eine praktische Bedeutung gewonnen, weil sie zur Ermittelung des Concentrationsgrades zuckerhaltiger Lösungen angewandt wird. Fig. 10, Taf. 6, stellt das zu diesem Zweck von Soleil construirte Saccharometer dar; m ist eine 20 Centimeter lange, an beiden Enden mit Glasplatten verschlossene Röhre, welche zur Aufnahme der zuckerhaltigen Flüssigkeit bestimmt ist. Sie liegt zwischen zwei polarisirenden Kalkspatprismen, welche die Stelle der beiden Polarisationsspiegel im Apparat Fig. 8 vertreten; bei e sind zwei senkrecht zur Axe geschliffene keilförmige Platten von Bergkrystall angebracht, von denen die eine rechts-, die andere linksdrehend ist, durch deren gegenseitige Verschiebung man die rechtsdrehende Wirkung der Zuckerlösung compensiren kann. Mit dem Zuckergehalt der Lösung wächst natürlich auch die Größe der Drehung der Polarisationsebene.

D. Wärmelehre.

(Tafel 6, Figur 11 — 59, Tafel 7, Figur 1 — 32.)

I. Ausdehnung.

Die Wärme hat die Eigenschaft, alle Körper auszudehnen, und zwar am stärksten die gasförmigen, am schwächsten die festen.

Um die geringe Längenausdehnung fester Körper sichtbar zu machen, wendet man Hebelpyrometer, Fig. 11, Taf. 6, an. Der Stab t, dessen Ausdehnung gemessen werden soll, stößt mit seinem einen Ende bei v gegen eine feste Widerlage, mit seinem andern Ende gegen den kürzern Arm eines Winkelhebels an, dessen längerer Arm f auf eine Scala bei s zeigt. Wenn die Stange t erwärmt wird, so geht das Ende des langen Hebelarms in die Höhe.

Genaue Messungen haben ergeben, daß für eine Temperaturerhöhung von 0 bis 100° (von der Temperatur des schmelzenden Schnees bis zu der des siedenden Wassers) sich ausdehnen:

ein Glasstab um $^1/_{1240}$ ein Kupferstab um $^1/_{564}$
ein Eisenstab um $^1/_{810}$ ein Zinkstab um $^1/_{360}$

ihrer ursprünglichen Länge.

Die körperliche, kubische Ausdehnung der festen Körper ist drei mal so groß als ihre lineare Ausdehnung, wie durch Anschauung der Fig. 12 erläutert wird. Bei einer Temperatur-Erhöhung von 0 bis 100° wird sich also

ein Glasgefäß um $^3/_{1240}$
ein Kupfergefäß um $^3/_{564}$

seines ursprünglichen Inhalts ausdehnen.

Ein durch eine Metallstange gebildetes Pendel wird bei heißem Wetter länger sein als bei kaltem; bei heißem Wetter wird es also etwas langsamer oscilliren. Diesem Uebelstand wird durch die Compensationspendel (Rostpendel) abgeholfen, deren Construction sich auf die ungleiche Ausdehnung verschiedener Metalle gründet. Fig. 14 stellt ein aus Eisen- und Zinkstäben construirtes Rostpendel dar. Durch die Ausdehnung der beiden Eisenstäbe R und des mittlern Eisenstabes S wird die Linse des Pendels gesenkt, durch die Ausdehnung der beiden Zinkstäbe T wird sie aber um ebenso viel gehoben.

Fig. 13 stellt einen Streifen dar, welcher aus zwei verschiedenen Metallen (etwa Eisen und Zink) zusammengesetzt ist. Wenn die beiden Streifen bei mittlerer Temperatur zusammengenietet eine gerade Linie bilden, so werden sie sich bei höherer Temperatur so krümmen müssen, daß das stärker sich ausdehnende Metall das äußere wird; bei niedrigern Temperaturen nimmt der zusammengesetzte Streifen eine entgegengesetzte Krümmung an.

Fig. 15 stellt Breguet's Metallthermometer dar. Drei Metallstreifchen, Silber, Gold und Platin, sind so aufeinandergelötet, daß sich das Gold in der Mitte zwischen dem stärker ausdehnbaren Silber und dem weniger ausdehnbaren Platin befindet. Die zusammengelötheten Metallstreifen sind zu einem sehr dünnen Bande ausgewalzt. Nachdem dieses Band spiralförmig aufgewunden worden ist, wird das eine Ende desselben bei A befestigt und an dem untern Ende der Spirale eine leichte Nadel angehängt. Jede Temperaturveränderung bewirkt, daß sich das Spiralband mehr auf- oder mehr zuwindet, wobei sich die Spitze der Nadel über die empirisch ausgeführte Gradtheilung hinbewegt.

Die Flüssigkeiten dehnen sich schon weit stärker aus als die festen Körper. Um die Ausdehnung einer Flüssigkeit zu messen, wendet man Gefäße von der Form Fig. 16 oder 17 an. Dieselben werden erst leer auf einer Wage tarirt; dann bei 0° mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt (Fig. 17 bis zur Marke a) und das Gewicht der bei 0° im Gefäß enthaltenen Flüssigkeit bestimmt. Wird jetzt das Gefäß bis 100° erwärmt, so tritt ein Theil der Flüssigkeit aus, und man hat nun zu bestimmen, wie viel die bei 100° das Gefäß füllende Flüssigkeit wiegt. Aus diesen beiden Wägungen ergibt sich alsdann die scheinbare Ausdehnung der Flüssigkeit.

Die wahre Ausdehnung der Flüssigkeit würde man durch diesen Versuch erhalten haben, wenn sich die Gefäße nicht auch ausgedehnt hätten. Man erhält die wahre Ausdehnung der Flüssigkeit, wenn man zu der scheinbaren Ausdehnung noch die Ausdehnung des Gefäßes hinzuaddirt. So ergibt sich z. B. für eine Temperaturerhöhung von 0 bis 100° die Ausdehnung

des Quecksilbers $^1/_{55}$ des Alkohols $^1/_{10}$
des Wassers $^1/_{22}$ des Aethers $^1/_7$.

Die Ausdehnung der Flüssigkeiten benutzt man zur Construction der Thermometer. Es sind dies enge Glasröhren, an welche ein kugel- oder cylinderförmiges Gefäß angeblasen ist. Das Gefäß und ein Theil der Röhre, Fig. 18, ist mit der Flüssigkeit (meist Quecksilber, manchmal auch gefärbter Weingeist) gefüllt; oben ist die Röhre zugeschmolzen. Um das Thermometer zu graduiren, wird das Gefäß zunächst in schmelzenden Schnee gebracht, Fig. 19, und der Punkt der Röhre markirt, bei welchem der Gipfel der Quecksilbersäule sich feststellt (der Gefrierpunkt); alsdann bringt man das Thermometer in ein Gefäß, auf dessen Boden Wasser ins Kochen gebracht wird, Fig. 20 oder 21, sodaß die Kugel und ein Theil der Röhre von den Dämpfen des kochenden Wassers umgeben sind. Das Quecksilber steigt nun in der Röhre bis zu einem bestimmten Punkt (dem Siedepunkt). Der Zwischenraum zwischen diesen beiden festen Punkten wird nun bei dem Celsius'schen Thermometer in 100, bei dem Réaumur'schen in 80 gleiche Theile getheilt. Bei beiden wird der Gefrierpunkt mit 0 bezeichnet, während der Siedepunkt bei ersterm mit 100, beim letzterm mit 80 bezeichnet ist. Beim Fahrenheit'schen Thermometer ist ein künstlicher Nullpunkt gewählt, nämlich die Temperatur, auf welche ein Gemenge von Schnee und Salmiak sinkt. Den Siedepunkt hat das Fahrenheit'sche Thermometer mit den übrigen gemein. Der Zwischenraum zwischen dem Fahrenheit'schen Nullpunkt (— 17$^1/_9$ Celsius) und dem Siedepunkt ist in 212 gleiche Theile getheilt, sodaß unser Nullpunkt mit 32° der Fahrenheit'schen Scala zusammenfällt.

In Fig. 22 ist die Reaumur'sche Scala mit der Celsius'schen und der Fahrenheit'schen zusammengestellt.

Sehr merkwürdig ist die ungleichförmige Ausdehnung des Wassers. Wenn man ein Wasserthermometer in großem Maßstab herstellt und den Punkt markirt hat, bei welchem sich die Wassersäule feststellt, wenn das Gefäß mit schmelzendem Schnee umgeben ist, so findet man, daß das Thermometer steigt, wenn man es vorsichtig noch weiter erkaltet, daß es aber sinkt, wenn man es erwärmt. Es sinkt bis die Temperatur auf 6° gestiegen ist, wie man aus Fig. 23 ersieht, welche die genaue Copie der Scala eines Wasserthermometers zeigt. Wenn man die Ausdehnung des Glasgefäßes mit in Rechnung bringt, so ergibt sich, daß das Wasser bei 4° C. die größte Dichtigkeit (Dichtigkeitsmaximum) hat, daß also Wasser von 4° sich ausdehnt, mag man es nun erwärmen oder erkalten.

Beim Gefrieren dehnt sich das Wasser nochmals aus, sodaß das specifische Gewicht des Eises nur $^9/_{10}$ von dem des Wassers ist, weshalb denn das Eis auch auf Wasser, selbst auf kochendem Wasser schwimmt.

Die Gewalt, mit welcher sich das Wasser beim Gefrieren ausdehnt, ist so groß, daß es die stärksten Gefäße, selbst eiserne Bomben sprengen kann, wie durch Fig. 24 und 25 erläutert wird.

Weit stärker noch als die flüssigen Körper dehnen sich die gasförmigen aus, und zwar ist die Ausdehnung für alle Gase gleich groß, sie beträgt $^{367}/_{1000}$ für eine Temperaturerhöhung von 100°.

II. Schmelzen und Erstarren.

Durch gesteigerte Erwärmung kann man die meisten festen Körper schmelzen, wenn sie nicht schon vorher eine chemische Zersetzung erleiden. Die Temperatur, bei welcher ein fester Körper schmilzt, ist für den gleichen Stoff stets derselbe. So ist z. B. der Schmelzpunkt für

Eisen	1600° C.	Wachs	68° C.
Blei	334	Eis	0
Schwefel	109	Quecksilber	—40.

Wenn ein fester Körper schmilzt, so wird eine mehr oder minder große Menge Wärme gebunden, d. h. er nimmt eine große Menge Wärme auf, welche lediglich zur Schmelzung gebraucht wird, ohne die mindeste Temperaturerhöhung zu bewirken. So bedarf es einer großen Wärmemenge um Schnee von 0° in Wasser von 0° zu verwandeln. In einen kleinen Holzkübel, Fig. 26, fülle man 2 Pfund Schnee von 0° und schütte darauf 2 Pfund Wasser von 79°, so wird bei gehörigem Umrühren alsbald aller Schnee geschmolzen sein, und man hat nun 4 Pfund Wasser von 0°. Alle Wärme also, welche die 2 Pfund Wasser abgaben, während sie von 79° auf 0° erkalteten, hat lediglich dazu gedient, 2 Pfund Schnee zu schmelzen.

In ähnlicher Weise wird Wärme bei der Schmelzung jedes festen Körpers gebunden.

Wenn einem festen Körper beim Uebergang in den flüssigen Zustand nicht genug Wärme von außen zugeführt wird, so muß seine Temperatur sinken. Jede rasche Auflösung eines Salzes im Wasser ist von einer Temperaturerniedrigung begleitet. Darauf beruht der Eisapparat, Fig. 27. Die einzelnen Blechröhren des Gefäßes, welches in Fig. 28 im Durchschnitt dargestellt ist, werden mit Wasser gefüllt und nachdem der Deckel aufgeschraubt ist, in den Holzkübel eingesetzt, wie Fig. 27 zeigt. In diesen Kübel werden nun zunächst 5 bis 6 Pfund salpetersaures Ammoniak eingefüllt und darauf dann ebenso viel Wasser gegossen. Nachdem nun auch der Kübel durch einen Deckel geschlossen ist, wird durch rasche Umdrehung des Röhrengefäßes die Auflösung des Salzes beschleunigt. Wenn man die Umdrehung ungefähr 5 Minuten fortgesetzt hat, ist die Temperatur der Salzlösung auf 10° unter Null gesunken und das Wasser in den Röhren gefroren.

Eine sehr große Temperaturerniedrigung wird auch durch andere Kältemischungen erzeugt, so namentlich durch Mengung von Schnee oder gestoßenem Eis mit Kochsalz.

Die beim Schmelzen gebundene Wärme muß beim Erstarren eines flüssigen Körpers wieder frei werden. Beim Wasser läßt sich dies mit Hülfe des Apparates, Fig. 29, zeigen. Das Gefäß eines Thermometers ist von einem zweiten Gefäß umgeben, in welchem sich etwas Wasser, und über demselben ein luftleerer Raum befindet. Taucht man dies Gefäß in eine Kältemischung, so bleibt das Wasser flüssig, bis es auf 10 oder 12° unter Null erkaltet ist, dann erstarrt die ganze Masse auf einmal und das Thermometer steigt auf 0°.

Einen ähnlichen Versuch kann man mit unterschwefligsaurem Natron machen, welches man in einem Glaskölbchen, Fig. 30, schmilzt und dann, nachdem man ein Thermometer hineingesetzt hat, ruhig stehen läßt. Die geschmolzene Masse erkaltet bis unter die Temperatur der Umgebung, also weit unter dem Schmelzpunkt (56° C.), ohne zu erstarren; wenn man aber dann ein kleines Krystallstückchen hineinwirft, so beginnt eine massenhafte Krystallbildung, während das Thermometer um mehr als 20° steigt.

III. Dampfbildung.

Durch Zuführung von Wärme können tropfbarflüssige Körper in Gasform übergeführt werden. Solche in Gasform übergeführte Flüssigkeiten nennt man Dämpfe. Daß sich Dämpfe im leeren Raume bilden, läßt sich mit Hülfe des Apparats, Fig. 31, nachweisen. In einem gemeinschaftlichen Gefäß stehen drei Torricelli'sche Röhren. Das Rohr b auf der linken Seite bleibt unverändert ein vollständiges Barometer, während man in den leeren Raum des Barometers b' einige Tropfen Wasser aufsteigen läßt. Alsbald wird der Stand der Quecksilbersäule bis zur Höhe t niedergedrückt, wenn sich nun im Vacuum des Barometers b' Dämpfe bilden. Noch auffallender wird diese Depression (bis t'), wenn man in den dritten Barometer b'' einige Tropfen Aether aufsteigen läßt, dessen Dämpfe bei gleicher Temperatur eine weit bedeutendere Spannkraft haben.

Am besten lassen sich die wichtigsten Gesetze der Dampfbildung an einem Dampfkessel, etwa an einem Papiniaunischen Topfe, Fig. 32, erläutern. In dem geschraubten Deckel befinden sich drei Oeffnungen. In der einen ist ein Sicherheitsventil angebracht, dessen Belastung durch Verschiebung des Gewichts q regulirt wird; in die zweite Oeffnung ist ein in den Kessel hineinragendes Röhrchen a von Eisenblech eingeschraubt, welches zum Theil mit Quecksilber angefüllt ist, in das Quecksilber eingesetztes Thermometer zeigt die Temperatur des im Kessel enthaltenen Wassers oder Dampfes. Auf der dritten Oeffnung endlich steht ein kurzes Rohr, welches durch einen Hahn verschlossen werden, und auf welches man verschiedene Ausmündungsöffnungen aufschrauben kann.

Der Kessel wird ungefähr bis zu $^3/_4$ seiner Höhe mit Wasser gefüllt und dann auf ein genügendes Feuer gebracht. Wenn nun der Hahn offen ist, so steigt alsbald die Temperatur des Wassers bis zum Siedepunkt, d. h. bis 100°. Das Wasser kocht, und dies Kochen noch so lange fortgesetzt werden, so lange das in a eingesetzte Thermometer doch nicht über 100° steigt. Alle dem Wasser zugeführte Wärme entweicht mit Dampf aus der Oeffnung bei b ausströmenden Dämpfen.

ausströmenden Dämpfe nehmen auch alsbald alle Luft aus dem obern Theil des Kessels mit fort.

Sobald aber nun durch Schließung des Hahns dem Abströmen des Dampfes ein Ende gemacht wird, beginnt das Thermometer in a zu steigen; in dem obern Theile des Kessels bilden sich mehr und mehr Dämpfe, ihre Spannkraft, d. h. der Druck, den sie gegen die Gefäßwände ausüben, wächst, bis sie endlich im Stande sind, das Ventil zu heben und aus demselben auszuströmen.

Wird das Feuer entfernt, so sinkt allmählich die Temperatur des Wassers und die Spannkraft der Dämpfe nimmt ab; bei 100° ist die Spannkraft der Dämpfe wieder gleich dem Druck der äußern Atmosphäre. Sinkt die Temperatur noch mehr, so sinkt der Dampfdruck im Innern des Kessels unter den Druck der Atmosphäre.

Sehr schön läßt sich dies auch mit dem Apparat Fig. 33 zeigen. Durch den Kork, welcher den Ballon a schließt, gehen zwei Glasröhren, die eine c geht fast bis auf den Boden von a, die andere b mündet dicht unter dem Kork. Bringt man das Wasser in a ins Kochen, während c oben verstopft ist, so entweichen die Dämpfe mit der Luft durch b. Taucht man nun das untere Ende von b in Wasser und entfernt man die Flamme, welche unter a war, so werden die Dämpfe in a condensirt, und das Wasser steigt durch die Röhre b in den Ballon. Ist dieser etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt, so verstopft man b, öffnet c und bringt wieder eine Weingeistflamme unter a an; die nun in a entwickelten Dämpfe pressen auf das Wasser im Ballon und heben es in die Röhre c, sodaß es oben aus derselben ausfließt.

Die Spannkraft des Wasserdampfs, welche einer bestimmten Temperatur entspricht, läßt sich mit Hülfe des Manometers rr, Fig. 34, bestimmen, welches mit dem Kessel C in Verbindung steht, oder auch durch Apparate von der Form der Fig. 35 (auf Taf. 6 irrthümlich mit 53 bezeichnet) welche einem Barometer gleichen, in dessen zugeschmolzenem Gefäß sich über dem Quecksilber nur noch Wasser befindet. Sobald das Gefäß erwärmt wird, bilden sich Wasserdämpfe in demselben, welche eine Quecksilbersäule im längern Rohre heben, aus dessen Höhe man auf die Spannkraft der Dämpfe schließen kann.

Zur Messung der Spannkraft für Temperaturen, welche unter der des Siedepunkts liegen, wendet man Dampfbarometer von der Form Fig. 31 an.

Die Spannkraft des Wasserdampfs ist

1/4 Atmosphäre bei	50° C.	2 Atmosphären bei	121° C.
1/2 „ „	65	4 „ „	145
3/4 „ „	81	8 „ „	173
1 „ „	100	16 „ „	204.

Zu den wichtigsten Anwendungen der Spannkraft der Dämpfe gehört jedenfalls die Dampfmaschine, deren Besprechung der Maschinenlehre zufällt.

In einem gegebenen Raum kann sich bei gegebener Temperatur nur eine bestimmte Menge Dampf bilden, und diese Dampfmenge bildet sich in einem leeren Raum augenblicklich, wenn eine hinreichende Menge Flüssigkeit vorhanden ist. So können z. B. bei einer Temperatur von 100° C. in einem Raum von 1 Kubikdecimeter gerade 600 Milligrammen und nicht mehr Wasserdampf enthalten sein. Wenn die möglichst große Quantität Dampf in einem Raume enthalten ist, so nennt man den Dampf gesättigt. Fig. 36 stellt einen Cylinder von 1 Quadratdecimeter Querschnitt dar, in welchem ein Kolben luftdicht auf- und abgeschoben werden kann. Unten steht dieser Cylinder durch ein Rohr mit einem Dampfkessel in Verbindung, welche durch den Hahn h unterbrochen werden kann. Der Dampfkessel sei auf 100° C. erwärmt, und auch der Cylinder befinde sich seiner ganzen Länge nach in einer Umgebung von 100°. Zu Anfang stehe der Kolben auf dem Boden auf und werde dann 1 Decimeter hoch in die Höhe gezogen, so befindet sich nun unter dem Kolben ein Raum von 1 Kubikdecimeter, in welchem sich 600 Milligrammen gesättigter Wasserdämpfe verbreiten.

Wird jetzt der Hahn h geschlossen und dann der Kolben soweit in die Höhe gezogen, daß unter ihm ein freier Raum von 2, 3 bis 6 Kubikdecimetern entsteht, so verbreiten sich die 600 Milligrammen Dampf auch in den größern Raum, welcher 1200, 1800 .... 3600 Milligramm Dampf aufnehmen könnte, jetzt ist also der Dampf nicht mehr gesättigt, er verhält sich wie atmosphärische Luft. Man kann ihn wieder bis auf 1 Kubikdecimeter zusammendrücken, ehe er gesättigt ist.

Wenn aber der gesättigte Wasserdampf noch weiter comprimirt wird, so kann die ganze Dampfmenge nicht mehr gasförmig bleiben, bei unveränderter Spannkraft wird dabei um so mehr Dampf zu flüssigem Wasser verdichtet, je weiter man den Kolben niederdrückt.

Mit Wasserdampf läßt sich dies nicht wohl sichtbar machen, wohl aber mit schwefliger Säure, welche unter mittlerm Luftdruck und bei mittlerer Temperatur gasförmig ist. Die gesättigte schweflige Säure übt bei 16° C. einen Druck von 4 Atmosphären aus, unter dem Druck von 1 Atmosphäre kann sie also bei dieser Temperatur nicht gesättigt sein. In einem eisernen, mit Quecksilber gefüllten Gefäße C, Fig. 37, sind mehrere Glasröhrchen eingesetzt, von denen das eine mit atmosphärischer Luft, ein zweites mit schwefliger Säure, ein drittes mit Cyangas u. s. w. gefüllt ist. Das Gefäß C wird nun sammt seinen Glasröhren in einen starken Glascylinder A eingesetzt, auf dessen obere Fassung eine Druckpumpe aufgeschraubt werden kann. Wenn A ganz mit Wasser gefüllt ist und mittels der Druckpumpe noch mehr Wasser eingepreßt wird, so werden auch die Gase in den Glasröhren comprimirt, welche sich anfangs ganz so verhalten wie die Luft. Sind aber alle Gase auf 1/4 ihres ursprünglichen Volumens, so wird nun zunächst bei fortgesetztem Einpressen von Wasser die schweflige Säure zur Flüssigkeit verdichtet, während die Condensation des Cyangases ungefähr bei einem Druck von 7 Atmosphären erfolgt.

Bei 0° ist die Spannkraft der gesättigten Kohlensäure ungefähr gleich 39 Atmosphären. Die unter dem Druck der Atmosphäre stehende Kohlensäure muß man also bei 0° auf 1/39 ihres Volumens comprimiren, ehe sie in flüssigen Zustand übergeht. — Um Kohlensäure in größern Quantitäten flüssig zu machen, dient der Natterer'sche Apparat, Fig. 38. Mittels einer Vorrichtung, welche dem Laderohr der Windbüchse ähnlich ist, deren Kolbenstange aber durch Kurbel und Schwungrad in Bewegung gesetzt wird, wird in den Recipienten r die Kohlensäure eingepreßt. An dem untern Ende des Laderohrs bei s wird ein Kautschukschlauch angesetzt, welcher zu dem Kohlensäure-Entwickelungsapparat, Fig. 39, führt. Wenn der Kolben im Laderohr seine tiefste Stellung hat, so gelangt die Kohlensäure von dem Apparat, Fig. 39, durch den Kautschukschlauch in das Laderohr, beim Aufgang des Kolbens aber wird alle in das Laderohr eingedrungene Kohlensäure in den Recipienten r gepreßt.

Die Einrichtung des Recipienten ist aus Fig. 40 zu ersehen. Unten ist ein Ventil angebracht, welches dem Gase zwar den Eintritt, aber nicht den Austritt gestattet. Oben ist der Recipient mit einem Ausströmungsröhrchen n versehen, welches durch Drehen der Schraube t geöffnet oder geschlossen werden kann. Wäh-

rend des Einpumpens ist der Recipient r mit einem Gefäße umgeben, welches eine Kältemischung enthält.

Der Siedepunkt einer Flüssigkeit ist die Temperatur, bei welcher sich bei hinlänglicher Wärmezufuhr Dampfblasen im Innern der Flüssigkeit bilden, welche dann aufsteigen und an der Oberfläche der Flüssigkeit entweichen. Die Siedetemperatur hängt vom Druck ab, welcher auf der Oberfläche der Flüssigkeit lastet. Der normale Siedepunkt ist die Temperatur, bei welcher das Kochen stattfindet, wenn der auf der Flüssigkeit lastende Druck gleich ist dem mittlern Atmosphäredruck (Barometerstand 28 Zoll oder 760^{mm}). Mit vermindertem Druck wird der Siedepunkt erniedrigt. Stellt man ein Glas mit Wasser von 60 bis 70° unter den Recipienten der Luftpumpe, so kommt es nach einigen Kolbenzügen ins Kochen. Wenn man in einem Glaskolben Wasser so lange im Kochen erhält, daß alle Luft ausgetrieben ist, und dann, nachdem die Oeffnung mit einem gutschließenden Kork geschlossen worden ist, das Gefäß umkehrt, wie Fig. 41 zeigt, und die verkorkte Mündung unter Wasser bringt, so befindet sich über dem Wasser im Ballon ein luftleerer, nur mit Dämpfen gefüllter Raum. Kühlt man diese Dämpfe durch Aufgießen von kaltem Wasser ab, so kommt die noch warme Flüssigkeit sogleich wieder ins Kochen. Daß durch vermehrten Druck der Siedepunkt erhöht wird, kann man mit Hülfe des Papinianischen Topfes, Fig. 32, zeigen.

Regnault benutzt das Sieden des Wassers unter einem bestimmten, nach Willkür veränderlichen Druck, um die Spannkraft der Dämpfe zu messen. Fig. 32, Taf. 7, stellt den dazu verwendeten Apparat dar. Der kleine Dampfkessel A, in dessen Deckel mehrere Thermometer eingelassen sind, steht durch die (mittels Wasser kalt gehaltene) Röhre CB in Verbindung mit dem in kaltem Wasser stehenden Ballon G. In dem Ballon G wird nun die Luft mittels einer bei J angeschraubten Compressionspumpe beliebig comprimirt und der entsprechende Druck an dem Manometer N abgelesen.

Während nun der Druck in G, also auch der Druck, welcher auf der Flüssigkeit in A lastet, ungeändert bleibt, wird das Wasser in A durch Feuer in O erwärmt. Die Thermometer in A steigen, bis das Wasser in A ins Sieden kommt, dann bleibt ihre Stellung constant, und man erhält so die Temperatur, welche der am Manometer abgelesenen Spannkraft entspricht.

Den normalen Siedepunkt einer Flüssigkeit kann man mit Hülfe des Apparats Fig. 21, Taf. 6, oder des Apparats Fig. 42, Taf. 6, bestimmen.

Wenn man Wasser in eine Platinschale, Fig. 43, Taf. 6, tröpfelt, welche durch eine untergesetzte Weingeistflamme glühend gemacht ist, so kommt das Wasser nicht ins Kochen, weil sich zwischen dem heißen Metall und dem Wasser eine Dampfschicht bildet, welche den Uebergang der Wärme hindert. Die Wassermasse nimmt unter fortwährend zitternder Bewegung die sternförmige Gestalt Fig. 44 an (Leidenfrost'sche Tropfen).

Eine ähnliche Erscheinung tritt ein, wenn man ein Gemisch von fester Kohlensäure und Aether in einen glühenden Platintiegel, Fig. 45, bringt. Die Masse bleibt so kalt, daß, wenn man einen kleinern Platintiegel mit Quecksilber in dieselbe eintaucht, das Quecksilber nach kurzer Zeit gefriert.

Beim Uebergang einer Flüssigkeit in Dampfform wird stets eine gewisse Wärmemenge gebunden; so muß man z. B. einem Pfund Wasser von 100° eine gewisse Wärmemenge zuführen, um dasselbe in Dampf von 100° zu verwandeln. Umgekehrt wird eine entsprechende Wärmemenge frei, wenn eine bestimmte Dampfmenge zur Flüssigkeit condensirt wird.

Diese Processe der Wärmebindung durch Verdampfung und des Freiwerdens der Wärme durch Condensation von Dämpfen finden in jedem Destillirapparat statt. In der Retorte a, Fig. 46, wird z. B. die Flüssigkeit verdampft, während die gebildeten Dämpfe in der stets kühl gehaltenen Vorlage b wieder condensirt werden. In a wird Wärme gebunden, in b wird Wärme frei. Fig. 47 stellt eine andere Form des Destillirapparats dar. Die in A gebildeten Dämpfe werden durch ein langes Glasrohr geleitet, welches von einem weiten, stets von kaltem Wasser durchströmten, umgeben ist. Fig. 48 endlich stellt einen größern Destillirapparat dar. Die im Kessel B entwickelten Dämpfe werden durch den Helm AC in das Schlangenrohr D geleitet, aus welchem unten bei O die condensirte Flüssigkeit abfließt. Das Schlangenrohr D befindet sich in einem mit kaltem Wasser gefüllten Bottich. Durch die im Schlangenrohr frei werdende Wärme wird das Kühlwasser erwärmt.

Kennt man die Quantität und die Temperaturerhöhung des Kühlwassers und die Quantität der im Schlangenrohr condensirten Flüssigkeit, so kann man daraus die latente Wärme der Dämpfe berechnen. Um die zur Berechnung der latenten Wärme der Dämpfe nöthigen Data mit möglichster Genauigkeit zu erhalten, hat Regnault dem Condensationsapparat die Gestalt Fig. 49 gegeben. Die Dämpfe treten von der rechten Seite her zuerst in die Kugel A, aus dieser in B und aus B in das bei a mündende Schlangenrohr. Die condensirte Flüssigkeit wird durch den Hahn q abgelassen.

Wenn eine rasche Verdampfung stattfindet, ohne daß die dazu nöthige Wärmemenge schnell genug von außen zugeführt wird, muß eine Erkaltung stattfinden. Umwickelt man z. B. die Kugel eines Thermometers mit Baumwolle, die man mit Aether tränkt, so sinkt das Thermometer unter den Gefrierpunkt, wenn man durch kräftiges Schwenken eine rasche Verdampfung bewirkt.

In ein ganz dünnwandiges Schälchen von Kupfer gieße man etwas Schwefeläther und setze es auf ein Holzbretchen, Fig. 50, auf welches man etwas Wasser gegossen hat, sodaß das Kupferschälchen unten von einer Wasserschicht umgeben ist. Wenn man nun durch heftiges Blasen mit einem Blasebalg den Aether recht verdampfen macht, so gefriert das Wasser.

In Wollaston's Kryophor, Fig. 51, gefriert das Wasser durch seine eigene Verdunstung. Der aus zwei, durch eine weite Glasröhre verbundenen Glaskugeln bestehende Apparat ist durch Auskochen luftleer gemacht, sodaß er außer etwas Wasser nur noch Wasserdämpfe enthält. Bringt man nun die Kugel A in eine Kältemischung, so werden hier die Dämpfe condensirt, und infolge davon findet in B eine so rasche Verdampfung statt, daß das Wasser gefriert.

Unter die Glocke der Luftpumpe, Fig. 1, Taf. 7, setzt man ein breites Gefäß mit concentrirter Schwefelsäure, welches mittels dünner Drähte ein flaches, innen berußtes, einige Wassertropfen enthaltendes Schälchen von Korkholz trägt. Wenn man nun rasch möglichst weit evacuirt und dann die Verbindung des Recipienten mit dem Stiefel der Luftpumpe unterbricht, so ist das Wasser nach einigen Minuten gefroren, weil die Schwefelsäure die Wasserdämpfe stark absorbirt und dadurch eine schnelle Verdampfung des Wassers in A bewirkt.

Je niedriger der Siedepunkt einer Flüssigkeit liegt, desto rascher verdampft sie, eine desto stärkere Erkaltung wird also durch ihre Verdampfung hervorgebracht.

Der Siedepunkt der flüssigen Kohlensäure liegt ungefähr 80°C. unter Null. Kehrt man nun den mit flüssiger Kohlensäure gefüllten Recipienten Fig 40, Taf. 6, um, sodaß die Partie gtn unten ist, öffnet man dann durch Drehen der Schraube t das Ausströmungsröhrchen n, so ver-

pft ein Theil der hier ausströmenden flüssigen Koh-
äure so rasch, daß die dadurch hervorgebrachte Kälte
eicht, um den Rest der ausgeströmten Kohlensäure
einen festen Körper zu verwandeln; um die fest-
ordene Kohlensäure, die eine schneeartige Form an-
mt, zu sammeln, wendet man den Apparat Fig. 2
3, Taf. 7, an. Zwei kurze Cylinder von Messingblech,
und CD, welche auf der einen Seite durch einen
ölbten Boden geschlossen sind, werden so zusammen-
eckt, daß sie einen geschlossenen Raum bilden. Das
Ausströmungsrohr n, Fig. 40, Taf. 6, wird in die Hülse
gesteckt, sodaß durch d die Kohlensäure in das In-
e des Apparats einströmt. Die Handgriffe des
parats sind hohl, sodaß die verdampfende Kohlen-
re durch die Löcher im Boden und die Höhlung der
ndgriffe entweichen kann. Oeffnet man den Ap-
at, nachdem das Ausströmen durch d eine genügende
t gedauert hat, so findet man ihn mit einer schnee-
gen Masse, der festen Kohlensäure, gefüllt.

IV. Specifische Wärme.

Um in gleichen Gewichtsmengen verschiedener Sub-
ızen gleiche Temperaturerhöhung hervorzubringen,
arf man verschiedener Wärmemengen. Um z. B.
Pfund Eisen um 1° C. zu erwärmen, bedarf man nur
der Wärmemenge, welche zu einer gleichen Tem-
aturerhöhung von 1 Pfund Wasser nöthig ist.
Um die Ungleichheit der specifischen Wärme verschie-
er Substanzen anschaulich zu machen, lege man eine
gel von Kupfer und eine gleichschwere Kugel von
i, welche beide in kochendem Wasser auf 100° C.
ärmt worden sind, auf eine entsprechend dicke Scheibe
Wachs, Fig. 52, Taf. 6. Die Kupferkugel wird in
ger Zeit die Wachsplatte durchgeschmolzen haben und
abfallen, während die Bleikugel durch die von ihr
egebene Wärme die Wachsplatte nicht ganz durchzu-
melzen vermag.
Nimmt man die Wärmemenge zur Einheit, welche
thig ist, um 1 Gramm Wasser um 1° zu erhöhen, so
die specifische Wärme irgendeines Stoffs die
h jener Einheit gemessene Wärmemenge, welche er-
derlich ist, um 1 Gramm der Substanz gleichfalls
1° zu erwärmen. In diesem Sinne ist $^{114}/_{1000}$ die
cifische Wärme des Eisens und $^{203}/_{1000}$ die des
wefels.
Um die specifische Wärme verschiedener Stoffe zu
immen, kann man verschiedene Methoden anwenden.
Methode des Eisschmelzens läßt sich am ein-
ften in folgender Weise ausführen. In einem Local,
en Temperatur etwas unter 0° ist, höhle man einen
block, Fig. 53, Taf. 6, etwas aus, werfe ein ge-
genes, auf eine bestimmte Temperatur erwärmtes
ück der zu prüfenden Substanz (z. B. 1 Pfund Eisen,
ches auf 100° erwärmt ist) hinein und decke die Höh-
g mit einem Eisdeckel zu. Aus der Menge des
es, welches der eingeworfene Körper zu schmelzen ver-
g, kann man auf seine specifische Wärme schließen.
Die Methode der Mengung führt Regnault in
gender Weise aus. Der zu untersuchende Stoff
d in Form kleiner Stückchen in ein Körbchen von
nem Draht gebracht und mit diesem in einem Raum
Fig. 4, Taf. 7, aufgehängt, der ringsum von
mpfen kochenden Wassers umgeben ist, welche bei
in- und bei c austreten. Ist der in A aufgehängte
rper auf 100° erwärmt, so wird er herabgelassen
d in das Kühlwasser des Gefäßes D gebracht,
ches dann sogleich unter dem Erwärmungsapparat
vorgezogen wird. Aus der Temperaturerhöhung,
lche das Kühlwasser in D durch die Abkühlung der
hineingesenkten Substanz erleidet, kann man auf die
specifische Wärme der letztern schließen. Fig. 5 ist
eine äußere Ansicht des eben besprochenen Regnault'-
schen Apparats.
Kopp führt die Mengungsmethode in anderer Form
aus. Eine gewogene Menge der zu behandelnden Sub-
stanz wird in Form kleiner Stückchen in ein Glas-
röhrchen, Fig. 6, Taf. 7, gebracht und dann eine Flüssig-
keit von bekannter specifischer Wärme, etwa Steinöl
daraufgegossen. Nachdem auch das Gewicht dieser
Flüssigkeit ermittelt ist, wird die Röhre sammt ihrem
Inhalt in das Quecksilber des Gefäßes B eingetaucht,
welches durch ein Oelbad auf einer constanten Tempe-
ratur von 50 bis 60° erhalten wird. Hat die Röhre
sammt Inhalt diese Temperatur angenommen, so wird
sie rasch in das Wasser des Calorimeters D, Fig. 7, ein-
getaucht und die Temperaturerhöhung beobachtet, welche
durch die Abkühlung in der gewogenen Wassermasse des
Calorimeters D hervorgebracht wird.
Das wichtigste Resultat der Untersuchungen über
specifische Wärme ist das von Dulong und Petit
aufgestellte Gesetz, daß für chemisch einfache Stoffe in
fester Form, die specifische Wärme dem Atomgewicht
umgekehrt proportional ist.
Um die specifische Wärme der Gase zu untersuchen,
wandte Regnault einen Apparat an, der zum Theil
in Fig. 8, Taf. 7, dargestellt ist. In einem 30 Liter hal-
tenden Ballon von starkem Kupferblech wird das zu unter-
suchende Gas stark comprimirt. Aus diesem Behälter
strömt es nun durch die Röhren a und c in das Schlan-
genrohr des Erwärmungsapparats O. Dieses Schlan-
genrohr ist mit Oel umgeben, welches durch eine unter-
gesetzte Weingeistlampe auf constanter Temperatur er-
halten wird. Aus dem Schlangenrohr in O tritt das
Gas mit einer am Thermometer T abzulesenden Tem-
peratur in das Schlangenrohr des Calorimeters C,
welches mit kaltem Wasser umgeben ist, dessen Tem-
peratur allmählich durch die Abkühlung des durchstrei-
chenden Gases erhöht wird.
Eine bei R angebrachte Vorrichtung macht es möglich,
daß das Gas längere Zeit hindurch mit gleichförmigem,
am Manometer M abzulesendem Druck durch den Ap-
parat hindurchstreicht. Die Quantität des in einer be-
stimmten Zeit durch den Apparat streichenden Gases
ergibt sich, wenn man die Spannkraft des im großen
Ballon befindlichen Gases zu Anfang und zu Ende des
Versuchs mißt, vorausgesetzt, daß man das Volumen
des Ballons genau kennt.
Bei gleichem Druck ist die specifische Wärme gleicher
Volumina für alle Gasarten dieselbe.

V. Wärmestrahlung.

Jeder heiße oder warme Körper sendet Wärme-
strahlen aus, welche durch Luft und andere Körper
in ähnlicher Weise hindurchgehen, wie die Lichtstrahlen
durch durchsichtige Körper.
Die Wärmestrahlen, welche durch einen Körper hin-
durchgehen, erwärmen denselben nicht; erst wenn sie
von einem Körper absorbirt, verschluckt werden, wer-
den sie in fühlbare Wärme verwandelt. Dies läßt sich
mit Hülfe zweier metallener Hohlspiegel, Fig. 9, Taf. 7,
nachweisen, welche in einer Entfernung von 10—20
Fuß so aufgestellt sind, daß ihre Axen in eine gerade
Linie zusammenfallen. Bringt man in den Brennpunkt
des einen Spiegels eine weißglühende Eisenkugel, in
den Brennpunkt des andern ein Stück Zunder, so ge-
räth dieser in Brand. Dieser Versuch beweist zugleich,
daß die Wärmestrahlen nach denselben Gesetzen re-
flectirt werden, wie die Lichtstrahlen.

Um genauere Versuche über strahlende Wärme zu machen, wandte man früher Leslie's Differentialthermometer, Fig. 10, an. Zwei Glaskugeln, welche nur verdünnte Luft enthalten, sind durch eine Glasröhre verbunden, deren Gestalt man aus der Figur ersieht. Ungefähr in der Mitte der Röhre befindet sich ein kleines Flüssigkeitssäulchen, welches bei Erwärmung der einen Kugel gegen die andere hingetrieben wird. Die Kugeln sind mit Kienruß überzogen, welcher die Wärmestrahlen stark absorbirt, sodaß schon eine geringe Wärmestrahlung, welche eine solche Kugel trifft, eine merkliche Erwärmung hervorbringt.

Noch empfindlicher und sicherer in seinen Angaben ist Melloni's Thermomultiplicator. Er besteht aus zwei Theilen, einer thermo-elektrischen Säule, Fig. 59, Taf. 6, welche erst in der Elektricitätslehre besprochen werden kann, und einem Multiplicator, dessen nähere Betrachtung bis zur Lehre vom Elektromagnetismus verschoben werden muß. Hier genügt die Bemerkung, daß der Multiplicator aus zwei an einem einfachen Seidenfaden aufgehängten Magnetnadeln besteht, deren untere von zahlreichen Windungen übersponnenen Kupferdrahts umgeben ist. Sobald ein schwacher elektrischer Strom durch die Drahtwindungen hindurchgeht, wird das Nadelpaar aus seiner Gleichgewichtslage abgelenkt.

Wie ein solcher Multiplicator mit dem Melloni'schen Apparat verbunden ist, sieht man in Fig. 11, Taf. 7, wo p die in eine Messinghülse gefaßte Thermosäule und M den Multiplicator darstellt. Von jedem Pole der Thermosäule geht ein Verbindungsdraht zu einem Ende der Multiplicatorwindungen. Die Thermosäule ist nun auf der einen Seite mit einer cylindrischen Hülse a, auf der andern mit einer konischen Hülse b versehen. Die Hülse, durch welche Wärmestrahlen auf die Thermosäule fallen sollen, ist offen, die andere ist durch einen Deckel geschlossen, wie b in unserer Figur.

Läßt man nun von der einen Seite her Wärmestrahlen auf die Thermosäule fallen, so entsteht ein elektrischer Strom, welcher eine mehr oder minder bedeutende Ablenkung der Magnetnadel im Multiplicator bewirkt.

Es wird nun der Thermosäule gegenüber ein Hohlwürfel H, Fig. 11, von Messingblech aufgestellt, welcher durch eine untergestellte Weingeistlampe kochend erhaltenes Wasser enthält. Die eine Seite dieses Würfels ist mit Ruß überzogen, eine zweite ist polirt. Beträgt die Ablenkung des Multiplicators 30°, wenn die berußte Seite der Thermosäule zugekehrt ist, so geht sie auf 4° zurück, wenn man die polirte Seite des Würfels der Thermosäule zukehrt. Die berußte Fläche hat also ein stärkeres Ausstrahlungsvermögen, als die polirte Metallfläche.

Die Fähigkeit verschiedener Substanzen, die Wärmestrahlen durchzulassen, ist sehr ungleich. Solche Körper, welche die Wärmestrahlen gut durchlassen, nennt man diatherman, durchwärmig, solche dagegen, welche die Wärmestrahlen nicht durchlassen, heißen atherman.

Fig. 12 stellt den Melloni'schen Apparat dar, wie er arrangirt ist, um die Diathermanität verschiedener Substanzen zu vergleichen. Vor der Wärmequelle, als welche entweder eine kleine Oellampe L mit metallischem Reflector, oder der mit heißem Wasser gefüllte Hohlwürfel H, oder das durch eine Weingeistlampe auf ungefähr 400° erwärmte, geschwärzte Kupferblech, Fig. 13, u. s. w. dienen kann, ist ein Schirm s aufgestellt, welcher mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen ist, hinter dieser Oeffnung wird dann eine Platte r der zu prüfenden Substanz aufgestellt.

Derartige Versuche haben nun ergeben, daß Steinsalz der einzige feste Körper ist, welcher Strahlen aller Wärmequellen gleichgut durchläßt, welcher also vollkommen diatherman ist.

Glas läßt nur 39 Procent der von dem Oellämpchen, und nur 6 Procent der von dem erhitzten Kupferblech kommenden Strahlen durch, während die vom Hohlwürfel H kommenden Strahlen fast gar nicht mehr vom Glas durchgelassen werden. Aehnlich verhalten sich andere durchsichtige Körper, sie absorbiren vorzugsweise die Strahlen dunkler Wärmequellen.

Die Luft ist so vollkommen diatherman, daß eine Luftsäule von 10 bis 20 Fuß Länge kaum eine merkliche Absorption von Wärmestrahlen bewirkt. Andere durchsichtige Gase aber üben wenigstens auf dunkle Wärmestrahlen eine bedeutende Absorption aus. Ist die eine Seite eines ungefähr 2 Fuß langen Blechrohrs, Fig. 14, stelle man die Thermosäule auf, an dem andern Ende des Rohrs aber das durch eine Weingeistlampe auf 400° erwärmte Kupferblech, Fig. 13, so werden die von dem heißen Blech durch die Luft im Rohr auf die Thermosäule fallenden Strahlen eine namhafte Ablenkung der Multiplicatornadel bewirken. Sobald man aber durch ein Gummirohr bei o Leuchtgas in das Rohr eintreten läßt, findet ein bedeutender Rückgang der Multiplicatornadel statt.

Die Brechbarkeit der Wärmestrahlen läßt sich mit Hülfe des in Fig. 15 dargestellten Arrangements des Melloni'schen Apparats zeigen, bei welchem freilich der Hohlwürfel H in den meisten Fällen durch die kleine Oellampe L, Fig. 12, zu ersetzen ist.

Um die Vertheilung der Wärme im Sonnenspectrum zu studiren, wendet man statt der Thermosäulen mit quadratischen Endflächen lineare Thermosäulen an, d. h. solche, bei welchen ungefähr 15 Thermoelemente in einer Ebene liegen. Fig. 16 stellt eine solche lineare Thermometersäule in ihrer Fassung dar. Erzeugt man nun mittels eines Prismas ein Sonnenspectrum, so zeigt sich kaum eine Spur von Wärmewirkung, wenn man die Thermosäule am violetten Ende des Spectrums aufstellt. Die Wärmewirkung wächst aber um so mehr, je weiter man die Thermosäule gegen das rothe Ende des Spectrums verschiebt, wie dies durch die thermische Intensitätscurve, Fig. 17, erläutert wird, welche über dem Spectrum gezeichnet ist. In dem sichtbaren Theil des Spectrums sind der Orientirung wegen die wichtigsten Fraunhofer'schen Linien eingetragen. Mit dem rothen Ende des Spectrums hört aber die Wärmewirkung keineswegs auf, sie erstreckt sich noch so weit über das sichtbare Spectrum hinaus, ja das Maximum der Wärmewirkung fällt noch über die rothe Grenze des sichtbaren Spectrums hinaus, wie man aus dem Verlauf der beiden Intensitätscurven sieht, von denen die untere einem Glas-, die obere einem Steinsalzprisma entspricht. In Fig. 18 sind die Intensitätscurven I des optischen, II des chemischen und III des thermischen Spectrums zusammengestellt.

VI. Wärmeleitung.

Um die ungleiche Wärmeleitung verschiedener Stoffe anschaulich zu machen, dient der Apparat Fig. 54, Taf. 6, von Ingenhuß. In die eine Seitenwand eines Blechkastens sind mehrere aus den zu vergleichenden Substanzen verfertigte Stäbchen eingesteckt, welche sämmtlich gleichen Durchmesser haben und mit einer Schicht von Wachs überzogen sind. Wenn man nun kochendes Wasser in den Kasten gießt, so wird die Wachsschicht auf den einzelnen Stäbchen in gleicher Zeit um so weiter weggeschmolzen sein, je besser leitend das Stäb-

ı ist. Wenn auf dem Kupferstäbchen die Wachs-
cht bereits bis ans Ende weggeschmolzen ist, ist die
ɔmelzung auf dem Eisenstäbchen ungefähr nur bis
die Hälfte, auf einem Bleistäbchen nur bis auf ein
ittel der Stablänge vorgedrungen, während sie auf
em Glas- oder Holzstäbchen kaum begonnen hat.
Wenn ein Metallstab AB, Fig. 19, Taf. 7, an einem
de von einer constanten Wärmequelle erhitzt wird, so
d sich die Wärme allmählich in demselben verbreiten;
angs wird seine Temperatur an allen Stellen steigen,
h einiger Zeit aber hört dies Steigen auf, und der
ab zeigt dann überall eine constante Temperatur,
che mit der Entfernung von der Wärmequelle ab-
nmt. Diese Temperaturabnahme ist um so rascher,
schlechter die Substanz des Stabes die Wärme leitet.
: die Temperatur des Stabes an verschiedenen Stellen
ermitteln, sind Löcher in denselben eingebohrt, welche
eckfilber enthalten und in welche man Thermometer
ɔenkt.

ɔält man ein Drahtgitter, Fig. 20, in eine Flamme,
ı in eine Gasflamme, so erscheint diese wie abge-
itten. Unten brennt das Gas, über dem Drahtnetz
: nicht, obgleich das Gas frei durch die Maschen
ɔurchgeht. Läßt man das nicht brennende Gas durch
Maschen des Netzes hindurchgehen, um es oberhalb
elben anzuzünden, Fig. 21, so sieht man oberhalb
Gasflamme, während das Gas unterhalb des Netzes
ıt brennt. Die Entzündung kann sich durch das
ıhtnetz nicht fortpflanzen, weil dasselbe als guter
ırmeleiter zu viel Wärme seitlich ableitet.
Darauf gründet sich Davy's Sicherheitslampe,
. 22 und 23. Hier ist die Flamme eines Oellämp-
ıs ringsum von einem Cylinder von Drahttuch um-
en, durch welchen sich die Entzündung nach außen
ıt fortpflanzen kann, wenn man sich auch in einer
osphäre befindet, welche, wie das in Kohlenberg-
ken vorkommt, mit brennbaren Gasen gemengt ist.
Die Flüssigkeiten sind schlechte Wärmeleiter. Wenn
n ein Gefäß mit Wasser von unten her erwärmt,
theilt sich allerdings die Wärme ziemlich rasch
ganzen Wassermasse mit; diese Mittheilung geschieht
r nicht durch Leitung, sondern sie wird durch
ömungen vermittelt, wie man sehen kann, wenn
ı das Wasser eines Glasgefäßes, Fig. 55, Taf. 6,
chem man einige Sägespäne zugesetzt hat, durch
: untergesetzte Weingeistlampe erwärmt. In der
lte steigen die erwärmten und dadurch specifisch
ɔter gewordenen Wassertheilchen in die Höhe, wäh-
ɔ das kältere Wasser seitlich niederströmt.
Soll sich die Wärme nur durch Leitung im Wasser
breiten, so muß man es von oben erwärmen, dann
r schreitet auch die Erwärmung sehr langsam vor.
die eine Seitenwand eines aus dünnem Blech ver-
igten Gefäßes, Fig. 56, wird mittels eines Korks
Thermometer eingesetzt und dann das Gefäß so weit
Wasser gegossen, daß sich die Thermometerkugel
is 2 Linien tief unter dem Wasserspiegel befindet.
ßt man nun heißes Oel auf das Wasser oder
as Weingeist, den man anzündet, so wird es
ɔ geraume Zeit dauern, bis das Thermometer nur
1° steigt.
Ein anderer Versuch, welcher die schlechte Leitungs-
igkeit des Wassers erläutert, ist der in Fig. 24, Taf. 7,
gestellte. In ein mit möglichst kaltem Wasser gefülltes,
as langes Reagenzröhrchen wirft man ein Stückchen
, welches mit Draht umwickelt ist, damit es zu
den sinkt. Man kann dann das Wasser am obern Ende
Röhrchens ins Kochen bringen, ohne daß unten ein
rkliches Wegschmelzen des Eises stattfindet.
Gase sind schlechte Wärmeleiter, obgleich sich die
Wärme in ihnen leicht durch Strömung und Strahlung verbreitet. Die Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Gase ist übrigens sehr ungleich und namentlich Wasserstoffgas ein viel besserer Wärmeleiter als Luft, Kohlensäure u. s. w. Fig. 25 stellt zwei Glasröhren dar, deren eine Wasserstoffgas enthält, während die andere mit Luft oder Kohlensäure gefüllt ist. Die Gase sind durch Quecksilber gesperrt. a und a' sind zwei gleich lange und dicke Platindrähte, welche durch dickere Zuleitungsdrähte in den Schließungsbogen einer Volta'schen Säule eingefügt sind. Wenn man einen Strom durch diese Drähte sendet, so kommt zuerst der von Luft oder Kohlensäure umgebene ins Glühen, während der von Wasserstoff umgebene noch dunkel bleibt.

VII. Wärmeerzeugung durch mechanische Mittel.

Jede Compression der Gase ist von einer Wärmeentwickelung, jede Expansion ist von einer Temperaturerniedrigung begleitet. Es läßt sich dies sehr schön mit Hülfe des Silbermann'schen Apparats, Fig. 26, zeigen. In einem metallenen Cylinder läßt sich ein luftdicht schließender Kolben auf- und abschieben. In dem untern Theil des Apparats sind Oeffnungen angebracht, die durch Glasplatten luftdicht geschlossen sind, und durch welche man ein im Innern befindliches Breguet'sches Metallthermometer beobachten kann. Ist der Apparat mit Luft oder einem andern Gase gefüllt und die Communication mit der äußern Luft vollkommen abgesperrt, so wird beim Niederdrücken des Kolbens das Thermometer steigen, es wird fallen, wenn man den hinabgedrückten Kolben wieder in die Höhe zieht.

Bei hinlänglich starker und rascher Compression der Luft kann die Temperaturerhöhung bedeutend genug werden, um Zunder in Brand zu setzen, wie man mit Hülfe des pneumatischen Feuerzeugs, Fig. 57, Taf. 6, zeigen kann. Der Zunder wird in die untere Höhlung des Kolbens eingesteckt, welchen Fig. 58 in größerm Maßstabe zeigt.

Wird die Luft in einem Ballon A, Fig. 27, Taf. 7, etwas verdünnt, so wird in dem mit dem Innern von A communicirenden und in ein Gefäß mit Wasser eingetauchten Glasrohr d das Wasser bis zu einer bestimmten Höhe aufsteigen. Oeffnet man nun momentan den etwas weit gebohrten Hahn c, so wird sich augenblicklich das Gleichgewicht mit der äußern Luft wiederherstellen, das Wasser in d sinkt sogleich bis auf das Niveau im äußern Gefäß. Bleibt nun aber der Hahn c geschlossen, so steigt das Wasser wieder etwas in d, weil das rasche Eindringen von Luft durch c von einer Verdichtung, also auch mit einer Temperaturerhöhung der Luft in A begleitet ist. Wenn sich nun diese Temperaturerhöhung allmählich verliert, so muß das Wasser in d wieder etwas steigen.

Wenn man in einen starken, mit Draht überflochtenen Glasballon, Fig. 28, einige Tropfen Wasser bringt, dann die Luft in demselben mittels der Compressionspumpe bis auf ungefähr 3 Atmosphären comprimirt und den so präparirten Ballon an einem warmen Orte einige Zeit lang ruhig liegen läßt, so wird sich beim Oeffnen des Hahns der ganze Ballon mit Nebel füllen, weil bei dem Ausströmen der Luft eine solche Erkaltung erfolgt, daß ein Theil der Wasserdämpfe, welche sich im Ballon gebildet hatten, condensirt wird.

Auch durch die Compression anderer Körper wird Wärme erzeugt, wie z. B. die starke Erhitzung beim Prägen der Münzen zeigt. Eine andere wichtige mechanische Quelle der Wärme ist die Reibung. Auf Reibung beruht das Feuermachen mit Stahl und Stein, mit Streichhölzchen u. s. w. Wilde Völker machen Feuer

durch Reiben trockener Holzstücke. Fig. 29 erläutert eine Vorrichtung, deren sich die Dacota-Indianer bedienen, um Feuer zu machen. Ein Stab ab von trockenem hartem Holz wird zwischen zwei Breter A und B eingesetzt, welche mit einer kleinen Vertiefung zur Aufnahme der Stabenden versehen sind; das obere Bret wird schwach aufgedrückt und dann der Stab durch die in der Figur ersichtliche Vorrichtung in rasche Rotation versetzt. Sobald sich Feuer zeigt, nähert eine zweite Person ein Stück Zunder.

Rumford brachte durch die beim Bohren einer Kanone frei werdende Wärme Wasser ins Kochen. In kleinem Maßstab läßt sich dies auch mit der Vorrichtung Fig. 30 erreichen. In ein Messingröhrchen a, welches auf die Rotationsaxe einer Schwungmaschine aufgeschraubt ist, wird heißes Wasser eingegossen und dann dasselbe mit einem Kork geschlossen. Wird nun das Rohr zwischen zwei Holzbacken gefaßt, welche mit Rinnen versehen sind, in welche das Röhrchen paßt, und dann die Maschine rasch gedreht, so wird nach einigen Minuten das Wasser bis zum Sieden erhitzt sein, sodaß die gebildeten Dämpfe den Kork wegschleudern.

Einerseits kann also durch mechanische Arbeit Wärme producirt, andererseits kann durch Wärme mechanische Arbeit geleistet werden, wie wir z. B. an der Dampfmaschine sehen, es muß also ein bestimmtes Größenverhältniß zwischen mechanischer Arbeit und Wärmeproduction bestehen. Um das mechanische Aequivalent der Wärme zu bestimmen, sind eine Reihe von Versuchen in sehr verschiedener Weise ausgeführt worden; einer der einfachsten wird durch Fig. 31 erläutert. Ein schwerer eiserner Cylinder A ist an 3 Meter langen Seilen aufgehängt; ihm gegenüber hängt ein schwerer Block von Sandstein. Zwischen beiden befindet sich ein Stück Blei. Wird nun der eiserne Cylinder aus der Lage A bis A′ zurückgezogen und dann losgelassen, so wird er herabfallen und einen gewaltigen Stoß gegen das Bleistück ausüben, welches dadurch zusammengedrückt und erwärmt wird. Einerseits kennt man hier die mechanische Kraft des Stoßes, andererseits kann man die Temperaturerhöhung des Bleistücks messen, also die durch den Stoß entwickelte Wärmemenge ermitteln und danach das mechanische Aequivalent der Wärme berechnen.

Derartige Bestimmungen bilden den Ausgangspunkt der mechanischen Wärmetheorie, derzufolge die Wärme nicht mehr der ruhenden Gegenwart eines imponderabeln Wärmestoffes, sondern einer intensiven Vibrationsbewegung der Körperatome zugeschrieben wird.

E. Magnetismus.

(Tafel 8.)

Schon im Alterthum kannte man Eisenerze, welche die Eigenschaft besaßen, Eisen anzuziehen; man nannte sie Magnete, weil sie vorzugsweise in der Nähe der Stadt Magnesia in Kleinasien gefunden wurden.

Das Magneteisen besteht aus gleichen Aequivalenten Eisenoxyd und Eisenoxydul.

Solche Stücke dieses Erzes, welche die Eigenschaft haben, Eisen anzuziehen, nennt man natürliche Magnete. Wälzt man sie in Eisenfeile, so bleibt diese an vielen Stellen ihrer Oberfläche in Form von mehr oder weniger großen Büscheln hängen; doch zeigt sich die anziehende Kraft, welche der Magnet auf das Eisen ausübt, keineswegs an allen Stellen seiner Oberfläche gleich stark.

Dieselbe Eigenschaft, Eisen anzuziehen, kann man aber auch dem Stahl mittheilen. Solche Stahlmagnete, welche man im Gegensatz zu den eben besprochenen als künstliche Magnete bezeichnet, bieten den großen Vortheil, daß man ihnen beliebige und für die Untersuchung geeignete Formen geben kann. Wenn man einen gehärteten Stahlstab nach einer der später zu besprechenden Methoden magnetisirt hat und ihn mit Eisenfeile bestreut, so bleibt diese vorzugsweise an den Enden, den Polen, hängen, wie Fig. 1 auf Taf. 8 zeigt. In der Mitte fällt die Eisenfeile vollständig ab.

Jeder Magnet hat eine neutrale Mittellinie und zwei Pole. Diese beiden Pole sind aber durchaus nicht gleichartiger Natur. Um dies nachzuweisen, bedarf man beweglicher Magnete, welche man dadurch erhält, daß man einen in einer dünnen Messinghülse liegenden Magnetstab an einem ungedrehten Faden aufhängt, wie Fig. 2 zeigt, oder daß man eine Magnetnadel, Fig. 3, auf eine Stahlspitze aufsetzt, daß sie sich in horizontaler Ebene frei drehen kann.

Nähert man nun einen und denselben Pol eines Magnetstabes, den wir mit A bezeichnen wollen, zu dem Pole n, dann dem Pole s des Magnetstabes Fig. 2 oder der Magnetnadel Fig. 3, so sieht man, daß der eine Pol des beweglichen Magnets von A angezogen, der andere aber von A abgestoßen wird.

Man stelle nun zwei Magnetnadeln, etwa von der Fig. 3 dargestellten Art, in einiger Entfernung vorsichtig auf, ermittele an jeder denjenigen Pol, der von A angezogen wird, und bezeichne ihn durch Anstecken eines weißen Papierscheibchens, wie Fig. 4 andeutet, so wird der andere Pol einer jeden dieser beiden Magnetnadeln, welcher etwa durch ein schwarzes Papierscheibchen bezeichnet ist, von A abgestoßen werden. Die mit gezeichneten Pole der beiden Magnetnadeln sind also gleichnamig, d. h. gleichartig, ebenso wie die beiden schwarzgezeichneten.

Hebt man nun eine der beiden Magnetnadeln mit der Spitze ab, um sie der andern, noch auf ihrer Spitze stehenden zu nähern, so findet man alsbald, daß die mit weißen Pole einander abstoßen und ebenso die mit schwarzgezeichneten, daß aber zwischen einem mit weißgezeichneten Pole und einem schwarzgezeichneten Anziehung stattfindet.

Gleichnamige Pole stoßen sich also ab, ungleichnamige Pole ziehen sich an.

Aus später anzuführenden Gründen nennt man den einen Pol eines Magnets den Nordpol, den andern aber den Südpol.

Zur Erklärung der eben besprochenen magnetischen Erscheinungen nimmt man an, daß es im Eisen und Stahl zwei imponderable Fluida (das nordmagnetische und das südmagnetische Fluidum) gebe, welche die Eigenschaft haben, daß die Theilchen eines derselben Fluidums sich gegenseitig abstoßen, dagegen zwischen den Theilchen des einen Fluidums und denjenigen des andern eine Anziehung stattfindet.

Wenn man ein dünnes hartes Magnetstäbchen (Fig. 5) eine magnetisirte Stricknadel) in der Mitte durchbricht, so ist jedes der beiden Stücke wieder ein vollständiger Magnet, der einen Nordpol und einen Südpol hat.

Fährt man mit Durchbrechen fort, so hat jedes Stückchen wieder seine zwei Pole, Fig. 5, jedes noch so kleine Stückchen ist also ein vollständiger Magnet. Daraus folgt, daß jedes einzelne Stahlpartikelchen für sich ein vollständiger Magnet, d. h. daß die eine Hälfte eines jeden Stahlpartikelchens mit nordmagnetischem, die andere Hälfte aber mit südmagnetischem Fluidum geladen ist. Man hat sich also einen vollständig magnetisirten Stahlmagnet ungefähr so vorzustellen, wie Fig. 6 anschaulich macht.

Ein Eisenstab wird durch die Einwirkung eines Magnets gleichfalls in einen Magneten verwandelt

Man klemme einen vier bis fünf Zoll langen Eisenstab in ein passendes Stativ, Fig. 7, und nähere von oben einen kräftigen Magnetpol, während man das untere Ende des Eisenstabes in Eisenfeile taucht. Es bleibt dann ein Büschel Eisenfeile an dem untern Ende hängen, ein Beweis, daß der Eisenstab wirklich selbst zum Magnet geworden ist. Wenn man nun aber den Magnetpol oben langsam wegzieht, so fällt die Eisenfeile ab, der Eisenstab verliert also seinen Magnetismus sogleich wieder, wenn die magnetisirende Kraft entfernt wird.

Ersetzt man bei diesem Versuch den Eisenstab durch einen gehärteten Stahlstab, so werden kaum einzelne Spänchen der Eisenfeile hängen bleiben, der Stahl läßt sich also nicht so leicht magnetisiren, wie das Eisen. Wenn man aber den Stahlstab durch wiederholtes Streichen an einem kräftigen Magnetpol einmal magnetisch gemacht hat, so verliert er seinen Magnetismus auch nicht so leicht, wie ein Eisenstab.

Man benutzt die Eigenschaft des Eisens, durch Berührung mit einem Magneten leicht magnetisch zu werden, um durch eiserne Ansatzstücke, welche den Namen magnetische Armaturen führen, den Magnetismus natürlicher oder künstlicher Magnete in zweckmäßiger Weise zur Wirkung zu bringen.

So wird z. B. an jede der Polflächen eines natürlichen Magnets eine ungefähr 1 Linie dicke Eisenplatte (die Flügel) l und l', Fig. 8 und Fig. 9, angelegt und durch messingene Bänder befestigt, welche unten in den hervorragenden Eisenstücken p und p' (den Füßen) enden. Durch den magnetisirenden Einfluß des natürlichen Magnets werden die beiden Füße zu entgegengesetzten Magnetpolen gemacht, an die man nur einen eisernen Anker anzusetzen braucht, um eine ziemlich bedeutende Tragkraft zu erzielen.

Um bei künstlichen Magneten eine möglichst große Tragkraft zu erzielen, gibt man ihnen eine Uförmige Gestalt, Fig. 10. Solche Hufeisenmagnete bestehen entweder aus einer einzigen Stahl-Lamelle, oder sie sind aus mehrern Lamellen zusammengesetzt. Setzt man den aus weichem Eisen gebildeten Anker mm an, so wird sowol der Pol S als auch der Pol N im Anker einen Südpol in s und einen Nordpol in n zu erzeugen streben, jeder Pol des Hufeisenmagnets unterstützt die Wirkung des andern.

Man benutzt auch eiserne Armaturen zur Erhaltung und Kräftigung des Magnetismus in Stahlstäben. Zwei gleiche Magnetstäbe NS und N'S', Fig. 11, werden parallel so nebeneinandergelegt, daß der Nordpol des einen nach derselben Seite gerichtet ist, wie der Südpol des andern und fügt dann zwei Stücke weichen Eisens ab und cd so an, daß dadurch das Rechteck geschlossen wird.

Die Wirkung eines Magnetpols nimmt, wie alle von einem Punkte ausgehenden Fernwirkungen im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung ab, d. h. in der doppelten, dreifachen, vierfachen u. s. w. Entfernung ist seine magnetische Wirkung $2 \cdot 2$ oder 4 mal, $3 \cdot 3$ oder 9 mal, $4 \cdot 4$ oder 16 mal u. s. w. schwächer.

Von diesem für die einzelnen Magnetpole geltenden Gesetze ausgehend haben Gauß und Weber nachgewiesen, daß die Totalwirkung eines Magnets in die Ferne im umgekehrten Verhältniß der dritten Potenz der Entfernung abnimmt, daß sie also in der doppelten Entfernung $2 \cdot 2 \cdot 2$ oder 8 mal, in der dreifachen Entfernung $3 \cdot 3 \cdot 3$ oder 27 mal geringer ist, vorausgesetzt, daß die Dimensionen des Magnets sehr klein sind im Verhältniß zu der Entfernung des Punktes, auf den er wirkt. Dies Gesetz der Totalwirkung eines Magnets läßt sich mit der Vorrichtung Fig. 12 prüfen, auf welche wir später zurückkommen.

Es ist schon davon die Rede gewesen, daß ein Stahlstab durch wiederholtes Streichen an einem Magnetpol magnetisch wird. Die einfachste Streichungsmethode ist folgende: Man streiche wiederholt (10, 20, 50 mal) die eine Hälfte des Stahlstabes, welche ein Nordpol werden soll an dem Südpol eines kräftigen Magnets, mit der andern Hälfte des Stahlstabes aber in gleicher Weise an dem Nordpol desselben, wie dies Fig. 13 andeutet, also so, daß man den Stahlstab mit seiner Mitte auf den Magnetpol aufsetzt und ihn dann in der Richtung des Pfeils von demselben abzieht.

Härtere und größere Stahlstäbe werden nach diesem Verfahren magnetisirt, indem man sie in der angegebenen Weise an den Polen eines kräftigen Elektromagnets streicht.

Es bleibt uns jetzt noch die Wirkung zu besprechen übrig, welche der Erdkörper auf Magnete ausübt. — Wenn man einen Magnetstab (oder eine Magnetnadel), welcher so aufgehängt ist, daß er sich in horizontaler Ebene frei drehen kann, also den Magnetstab Fig. 2 (oder die Magnetnadel Fig. 3) sich selbst überläßt, so stellt er sich immer in einer bestimmten Lage ein und zwar so, daß die verlängerte Magnetaxe stets nach einem bestimmten Punkte des Horizontes hinweist. Aus dieser Gleichgewichtslage herausgebracht, oscillirt der Stab eine Zeit lang um seine Gleichgewichtslage, um endlich wieder in derselben zur Ruhe zu kommen.

Das eine Ende der Magnetnadel weist in unsern Gegenden ungefähr nach Norden, das andere ungefähr nach Süden, weshalb denn auch der eine (nach Norden zeigende Pol) der Nordpol, der andere der Südpol der Magnetnadel genannt wird.

Denkt man sich durch die beiden Pole der in ihrer Gleichgewichtslage befindlichen horizontalen Magnetnadel eine Verticalebene gelegt, so ist dies der magnetische Meridian. Wenn die Magnetnadel genau nach Norden schaute, so würde der magnetische Meridian mit dem astronomischen zusammenfallen. Es ist dies aber für die meisten Orte der Erde nicht der Fall; der magnetische Meridian macht mit dem astronomischen meistens einen Winkel, welcher die magnetische Declination oder Abweichung genannt wird. Die Declination ist östlich oder westlich, je nachdem das Nordende der Nadel östlich oder westlich vom astronomischen Meridian liegt. Stellt z. B. s n, Fig. 14, den astronomischen Meridian, ab aber die Richtung der horizontalen Magnetnadel in ihrer Gleichgewichtslage dar, so ist die Declination eine westliche.

Jeder Apparat, welcher dazu dient, die Declination zu messen, heißt eine Declinationsbussole, während man mit dem Namen einer Bussole überhaupt eine Magnetnadel bezeichnet, deren Umdrehungsaxe den Mittelpunkt eines getheilten Kreises bildet.

Nach diesen Erklärungen können wir nun auch zur Betrachtung des Apparates Fig. 12 zurückkehren. Ein 1 Meter langer in halbe Decimeter getheilter Stab wird rechtwinklig zum magnetischen Meridian gelegt und auf die Mitte desselben eine kleine Bussole gesetzt. Die Nadel der Bussole wird sich, wenn weiter keine magnetische Kraft auf sie einwirkt, in den magnetischen Meridian einstellen und auf den Nullpunkt der Theilung zeigen. Wird nun aber ein kräftiger, 1 Decimeter langer Magnetstab, ns, auf den Stab aufgelegt, so wird dieser eine Ablenkung der Nadel aus dem magnetischen Meridian bewirken und zwar eine 8 mal oder 27 mal kleinere, wenn man ihn in die zweifache oder dreifache Entfernung von der Nadel bringt.

Fig. 15 stellt eine Declinationsbussole der einfachsten Art dar. Die Spitze, auf welcher die Nadel aufgesetzt ist, bildet den Mittelpunkt eines in Grade getheilten Horizontalkreises, welcher um eine verticale Axe in seiner eigenen Ebene umgedreht werden kann. An der Seite des Gehäuses ist ein Fernrohr angebracht, dessen Axe mit derjenigen Linie parallel läuft, welche man sich von dem Nullpunkt des getheilten Kreises über seinen Mittelpunkt zum Theilstrich 180 gezogen denken kann. Wenn man den Apparat so stellt, daß die Nadel gerade auf den Nullpunkt der Theilung zeigt, so ist die Axe des Fernrohrs mit der Nadel parallel, sie fällt mit dem magnetischen Meridian zusammen; bei jeder andern Stellung aber zeigt die Nadel auf denjenigen Theilstrich des Kreises, welcher angibt, wie viel Grade der Winkel beträgt, welchen die Richtung der Nadel mit der Axe des Fernrohrs macht. Wenn man also das Fernrohr genau in den astronomischen Meridian bringt, so kann man auf dem Theilkreise ablesen, welchen Winkel der magnetische Meridian mit dem astronomischen macht, oder mit andern Worten, wie groß die magnetische Abweichung ist.

Dieses Instrument kann überhaupt als Winkelmeßinstrument dienen, weil man mit Hülfe desselben jederzeit bestimmen kann, welchen Winkel die Visirlinie des Fernrohrs mit dem magnetischen Meridian macht. Die Bussole wird vorzugsweise zum Winkelmessen bei unterirdischen Arbeiten, also z. B. in Bergwerken benutzt. Auch der Kompaß der Seefahrer ist eine Declinationsbussole, wenn auch von etwas abgeänderter Construction.

Im mittlern Deutschland ist die Declination eine westliche und zwar beträgt sie ungefähr 17°. Nach Osten hin nimmt die westliche Declination ab, um an der Grenze zwischen Europa und Asien Null zu werden und dann in eine östliche Declination überzugehen. Von Deutschland aus nimmt nach Westen hin die westliche Declination noch zu, um über eine gewisse Grenze hinaus wieder abzunehmen. Im größten Theile von Asien und dem westlichen Theile von Amerika ist die Declination eine östliche.

Der Erdkörper übt also auf die Magnetnadel eine richtende Kraft aus, die Erde wirkt also wie ein großer Magnet. Seinen Hauptzügen nach verhält sich der Erdmagnetismus ungefähr so, als ob der Erdkörper in seinem Innern einen großen Magneten enthielte, ungefähr so, wie es Fig. 16 darstellt. In dieser Figur stellt NS die Umdrehungsaxe der Erde, also N den Nordpol, S den Südpol dar. Die punktirten Ellipsen sind größte Kreise, welche durch den Nord- und den Südpol der Erde gehen, also astronomische Meridiane. Der ideale Magnet AB, den wir uns im Innern der Erde denken wollen, um die Erscheinungen des Erdmagnetismus zu erklären, fällt aber nicht mit der Erdaxe zusammen, sondern er macht einen Winkel mit derselben, sodaß die verlängerte Axe des Erdmagnets AB die Erdoberfläche in zwei Punkten MN und MS trifft, welche wir als magnetische Pole der Erde bezeichnen wollen und welche, wie man sieht, nicht mit den Umdrehungspolen der Erde zusammenfallen.

Denken wir durch irgendeinen Punkt a der Erdoberfläche und die beiden magnetischen Pole der Erde MN und MS einen größten Kreis gelegt, so ist dies der magnetische Meridian für a, und man sieht, daß der magnetische Meridian für a mit dem astronomischen Meridian SaN einen Winkel macht, und dieser Winkel ist eben die magnetische Declination für den Punkt a.

So regelmäßig, wie es nach der durch Fig. 16 erläuterten Hypothese sein müßte, zeigen sich aber die Erscheinungen der Declination auf der Erdoberfläche durchaus nicht. Nach den zahlreichen Beobachtungen der magnetischen Declination, die zu Wasser und zu Lande an den verschiedensten Orten der Erdoberfläche angestellt worden sind, hat man Karten entworfen, auf welchen die isogonischen Curven gezogen sind, d. h. solche Curven, welche alle Orte gleicher magnetischer Abweichung miteinander verbinden. Fig. 17 ist eine solche Abweichungs- oder Declinationskarte. Die beiden stark ausgezogenen, mit o bezeichneten Curven sind die Linien ohne Abweichung, sie gehen also über solche Orte, an welchen die Magnetnadel genau nach Norden schaut. Die Curven westlicher Declination sind schwächer ausgezogen, die Curven östlicher Declination aber sind punktirt.

Nach der durch Fig. 16 erläuterten Hypothese müßten die beiden magnetischen Erdpole MN und MS diametral gegenüberliegen, was in der That nicht der Fall ist. Dieser Umstand ließe sich durch eine excentrische Lage des idealen Magnets AB, Fig. 16, d. h. dadurch erklären, daß derselbe seitwärts vom Mittelpunkt der Erde läge.

Die magnetische Declination gibt uns keineswegs die wahre Richtung an, nach welcher der Erdmagnetismus auf die Magnetnadel wirkt, denn durch ihre Aufhängung ist dafür gesorgt, daß sie sich nur in horizontaler Ebene umdrehen kann (weil der Schwerpunkt der Nadel unter dem Aufhängepunkt liegt); es ist also nur der horizontale Theil des Erdmagnetismus, welcher beim Richten des Magnetstabes, Fig. 2, oder der Magnetnadel, Fig. 3, zur Wirkung kommt. Um die Richtung zu finden, nach welcher die magnetische Totalkraft der Erde wirkt, muß man die Nadel nach allen Richtungen hin beweglich machen, wie es bei der Inclinationsnadel, Fig. 18, der Fall ist. Diese Magnetnadel ist zunächst um eine horizontale, durch ihren Schwerpunkt gehende Axe, also in verticaler Ebene drehbar. Die Spitzen, in welchen die horizontale Drehungsaxe ab endet, werden von einem messingenen Rähmchen getragen, welches an einem ungedrehten Faden hängt, sodaß sich also der ganze Apparat auch noch um eine verticale Axe drehen kann. Zunächst stellt sich nun das Rähmchen so, daß die Ebene der Nadel in die Ebene des magnetischen Meridians fällt, dann aber stellt sich die Nadel nicht wagerecht, sondern das Nordende senkt sich, wie es die Figur andeutet.

Der Winkel, welchen die so beweglich gemachte Magnetnadel mit der Horizontalen macht, wird die Inclination genannt. Im mittlern Deutschland beträgt die Inclination ungefähr 65°.

Ein Apparat, bei welchem die horizontale Umdrehungsaxe der Inclinationsnadel den Mittelpunkt eines vertikalen getheilten Kreises bildet, Fig. 19, heißt eine Inclinationsbussole oder ein Inclinatorium.

Wenn man von Deutschland aus nach Norden geht, so nimmt die Inclination zu, sie nimmt ab nach Süden hin. Nach Süden hin fortgehend, kommt man endlich an einen Ort, für welchen die Inclination gleich Null ist, von welchen sich also die Inclinationsnadel horizontal stellt; über diesen Punkt hinaus senkt sich dann das Südende der Nadel, die bis dahin nördliche Inclination geht in eine südliche über.

Die um die ganze Erde herumlaufende Linie ohne Inclination wird der magnetische Aequator genannt. Auf der Inclinationskarte, Fig. 20, ist der mit o bezeichnete magnetische Aequator stärker ausgezogen als die übrigen isoclinischen Linien (Linien gleicher Inclination), für welche die Größe der Inclination stets beigeschrieben ist.

Auf den magnetischen Polen der Erde stellt sich die Inclinationsnadel ganz vertical, die Inclination ist hier gleich 90°. Den magnetischen Nordpol der Erde hat Kapitän Roß im Jahre 1832 wirklich erreicht, an den magnetischen Südpol der Erde ist bisjetzt noch niemand gelangt, doch läßt sich seine Lage aus dem Verlaufe der

isoklinischen und isogonischen Linien bestimmen. In den Karten Fig. 17 und Fig. 20 ist die gegenwärtige Lage des magnetischen Nordpols verzeichnet. Der magnetische Südpol liegt außerhalb des auf diesen beiden Karten dargestellten Theils der Erde.

In ihren Hauptzügen wird auch die magnetische Inclination durch die Hypothese des idealen Magnets A B, Fig. 16, erklärt. Denken wir uns durch die Mitte des idealen Magnets eine Ebene rechtwinklig zur Axe desselben gelegt, so schneidet dieselbe die Erdoberfläche in einem größten Kreise, welcher einen Winkel mit der Ebene des Erdäquators macht. Auf allen Punkten dieses größten Kreises, welcher in Fig. 16 zu einer geraden Linie R T verkürzt erscheint, wird sich die Inclinationsnadel horizontal stellen müssen, wie es in t angedeutet ist, weil sie hier gleichweit von den Polen A und B entfernt ist. Der größte Kreis R T stellt demnach den magnetischen Aequator dar, wie er sein würde, wenn der Erdmagnetismus keine Unregelmäßigkeiten zeigte. Nördlich von R T wird die Einwirkung des Pols A, südlich von R T wird die Einwirkung des Pols B auf die Nadel überwiegen; nördlich von R T wird sich also das Nordende, südlich von R T wird sich das Südende der Nadel senken müssen, wie es in r, s, u und v angedeutet ist.

Durch Declination und Inclination ist die Richtung der magnetischen Erdkraft bestimmt; ein weiter zu beachtendes Element des Erdmagnetismus aber ist die Intensität, die Stärke, mit welcher der Erdmagnetismus auf die Nadel wirkt. Um die Intensität des Erdmagnetismus an verschiedenen Orten der Erdoberfläche miteinander zu vergleichen, läßt man einen und denselben Magnetstab, Fig. 2, in seiner horizontalen Ebene um seine Gleichgewichtslage oscilliren. Je stärker der Erdmagnetismus auf den Stab einwirkt, desto rascher werden die Schwingungen sein, desto mehr Oscillationen werden in einer Minute gemacht werden.

Man hat auf Erdkarten die Linien gleicher magnetischer Intensität, die isodynamischen Linien in gleicher Weise aufgetragen, wie die Linien gleicher Declination und gleicher Inclination, der Raumersparniß wegen ist jedoch die Aufnahme einer Karte mit den isodynamischen Curven auf unsern Tafeln unterblieben.

Declination, Inclination und Intensität des Erdmagnetismus für einen bestimmten Ort werden die magnetischen Constanten desselben genannt.

Die magnetischen Constanten eines Ortes sind keineswegs unveränderliche Größen, sondern sie erleiden mannichfache Variationen, und zwar unterscheidet man säculare Variationen, tägliche Variationen und Störungen.

Die Declination war zu Paris

im Jahre 1580	11° 30′ östlich
1663	0
1780	19° 55′ westlich.
1814	22° 34′ „
1862	19° 36′ „

Im Jahre 1671 betrug die Inclination zu Paris 75°, während sie gegenwärtig daselbst ungefähr nur noch 67° beträgt.

Diese in längern Zeiträumen sich allmählich vollziehenden Aenderungen der magnetischen Constanten sind es, welche man als säculare Variationen bezeichnet.

Infolge der säcularen Variationen erleiden auch die magnetischen Curven eine Umgestaltung; so war z. B. der Lauf der isogonischen Linien vor 100 Jahren ganz anders als jetzt.

Die säcularen Variationen des Erdmagnetismus gehen nicht in der Art vor sich, daß die Nadel sich ganz langsam und gleichförmig nach einer bestimmten Richtung hin fortbewegt, sondern die Magnetnadeln sind beständigen Schwankungen um ihre mittlere Gleichgewichtslage unterworfen, in denen sich zunächst eine tägliche Periode ausspricht.

Was die Declination betrifft, so ist der Verlauf ihrer täglichen Variationen in Deutschland ungefähr folgender: um 8 Uhr morgens hat das Nordende der Nadel im Durchschnitt seine östlichste Stellung; ziemlich rasch geht es dann nach Westen und erreicht zwischen 1 und 2 Uhr seinen westlichen Wendepunkt, um sich dann wieder nach Osten zu wenden und zwar anfangs rasch bis zum Abend und langsamer während der Nacht. In Fig. 21 ist dieser normale Verlauf graphisch dargestellt.

Allein auch diese tägliche Bewegung erfolgt keineswegs stetig, sondern die Magnetnadel weicht von der Stellung, die sie bei vollkommen regelmäßigem Verlauf dieser täglichen Schwankung einnehmen müßte, unregelmäßig bald östlich bald westlich, bald mehr bald weniger ab. Diese unregelmäßigen Abweichungen von dem normalen Gange sind es, welche man als magnetische Störungen bezeichnet.

Auf Humboldt's Veranlassung wurde seit dem Jahre 1828 an vorausbestimmten Tagen an verschiedenen Orten stündlich der Stand der Declinationsnadel mit großer Genauigkeit beobachtet, wobei sich ein merkwürdiger Parallelismus der Bewegung der Nadeln an verschiedenen Orten herausstellte. Einen großartigen Aufschwung nahmen diese erdmagnetischen Terminsbeobachtungen, nachdem Gauß durch Anwendung des Poggendorff'schen Spiegelapparates eine Vorrichtung construirt hatte, welche die geringsten Aenderungen in der Lage des magnetischen Meridians zu beobachten gestattete.

Das Gauß'sche Magnetometer besteht aus einem Magnetstab, welcher an einem Bündel ungedrehter Seidenfäden aufgehängt und an welchem ein kleiner Spiegel angebracht ist, etwa wie es Fig. 22 darstellt. Diesem Spiegel gegenüber, dessen Ebene wir der Einfachheit wegen als rechtwinklig auf der Axe des Magnetstabes stehend annehmen wollen, ist in einer Entfernung von 5—15 Fuß ein Fernrohr aufgestellt, wie es Fig. 23 zeigt. Das Fernrohr steht etwas höher als der Spiegel und ist so abwärts geneigt, daß seine Axe auf die Mitte des Spiegels gerichtet ist. Unterhalb des Fernrohrs ist dann eine 1 Meter lange in Millimeter getheilte Scala s s in horizontaler Lage so angebracht, daß man durch das Fernrohr im Spiegel das Bild eines Stücks dieser Scala erblickt. Wenn die Axe des Magnets wirklich mit der Verticalebene des Fernrohrs zusammenfällt, so erscheint das Bild des mittlern Punktes a der Scala gerade am verticalen Faden des Fadenkreuzes im Fernrohr; sobald aber der Magnetstab nur im mindesten aus dieser Lage abweicht, so erscheint das Bild anderer Theilstriche am verticalen Faden, sodaß man die geringste Abweichung mit Sicherheit erkennen und messen kann.

Fig. 24 stellt ein transportables Magnetometer dar. Den 6 Zoll langen Magnetstab nebst seiner Spiegelvorrichtung haben wir bereits in Fig. 22 kennen gelernt. Ein Bündel ungedrehter Seidenfäden, welches den Magnetstab trägt, ist durch das Rohr r, in dessen Mitte es sich befindet, vor Luftzug geschützt. Der Magnetstab selbst hängt in einem länglichen Gehäuse von starkem Kupferblech, dessen seitliche Oeffnungen, welche in unserer Zeichnung offen geblieben sind, damit man den Magnetstab besser sehen kann, durch Glasfenster geschlossen sind. Auch die Stelle bei d wird mit einem Blechcylinder umgeben, welcher nur dem Spiegel gegenüber eine mit einer geschliffenen Glasplatte geschlossene Oeffnung hat. Das Gehäuse, in welchem der Magnet spielt, ist mit mehrern Lagen von übersponnenem Kupferdraht umwickelt, welche dazu dienen, die Einwirkung schwacher elektrischer Ströme auf den Magnetstab zu untersuchen. Bei Beobachtung der

Schwankungen des magnetischen Meridians bleiben diese Drahtwindungen ganz aus dem Spiel.

Mit solchen oder ähnlichen Magnetometern wurden nun jahrelang (und werden zum Theil noch) an vorausbestimmten Tagen an vielen Orten Europas und auch anderer Weltheile 24 Stunden lang die Variationen in der Lage des horizontalen Magnetstabes von 5 zu 5 Minuten beobachtet. Der bessern Uebersicht halber wurden dann diese Beobachtungen für jeden Terminstag graphisch zusammengestellt und in den Resultaten des magnetischen Vereins publicirt. Als Beispiel einer solchen graphischen Darstellung der Störungsschwankungen eines bestimmten Tags mag Fig. 25 dienen, in welcher übrigens nur für zwei Orte (Upsala und Göttingen) die von Stunde zu Stunde gemachten Beobachtungen aufgetragen sind.

Die Zusammenstellung solcher Terminsbeobachtungen hat nun im wesentlichen folgende Resultate gegeben:

1) Für Orte der nördlichen Hemisphäre, welche nahezu auf demselben Meridian liegen, sind die Störungen gleichzeitig und gleichgerichtet.

2) Die Störungen auf der südlichen Hemisphäre stehen nahezu in vollkommenem Gegensatz zu denen, welche gleichzeitig an Orten gleicher geographischer Länge auf der nördlichen Hemisphäre beobachtet werden. Wenn das Nordende der Magnetnadel in Göttingen nach Westen geht, so geht es auf dem Cap der guten Hoffnung gleichzeitig nach Osten.

3) Für Orte, welche nahezu gleiche geographische Breite, aber verschiedene Länge haben, zeigt sich der Zusammenhang der Störungen in der Art, daß wenn an irgendeinem Orte eine besonders starke Störung auftritt, dieselbe auch nach Osten und nach Westen hin gleichzeitig in gleicher Richtung, aber mit abnehmender Stärke beobachtet wird. 90° östlich und 90° westlich von dem Orte der größten Schwankung wird in demselben Momente gar keine oder doch nur eine unbedeutende Schwankung beobachtet, während die gleichzeitigen Störungsschwankungen auf der andern Hälfte des Parallels die entgegengesetzte Richtung haben und zwar zeigt sich ein östliches Maximum ungefähr 180° von dem Punkte entfernt, an welchem gerade das westliche Maximum auftritt.

Die Erscheinung von Nordlichtern ist in der Regel von ungewöhnlich starken Störungsschwankungen der Magnetnadel begleitet. Auch Erdbeben veranlassen starke magnetische Störungen, selbst an Orten, wo sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden.

F. Elektricität.

(Tafel 9, Tafel 10 und Figur 33 bis 45 auf Tafel 7.)

I. Reibungselektricität.

Manche Körper, wie z. B. Schellack, Siegellack, Horngummi, Bernstein (das Elektron der Alten, daher: Elektricität), Guttapercha, Glas, Porzellan u. s. w., erlangen durch Reiben mit Wolle, Pelz, Seide u. s. w. die Eigenschaft, leichte Körperchen, wie z. B. Papierschnitzelchen, Hollundermarkkügelchen u. s. w., anzuziehen, wie dies durch Fig. 1, Taf. 9, erläutert wird.

Noch auffallender zeigt sich diese Anziehung am elektrischen Pendel, Fig. 2, welches aus einem an einem leinenen Faden hängenden Korkkügelchen besteht. Wenn das Korkkügelchen, Fig. 2, an einem seidenen Faden aufgehängt ist, so zeigt sich die Anziehung, welche der geriebene Körper auf das Kügelchen ausübt, weit schwächer; ist aber einmal das Kügelchen mit dem Stabe in Berührung gekommen, so erfolgt eine Abstoßung desselben.

Die Ursache dieser Anziehungs- und Abstoßungserscheinungen wird als Elektricität bezeichnet und imponderabeln elektrischen Flüssigkeiten zugeschrieben, welche manche Aehnlichkeit mit den hypothetischen magnetischen Flüssigkeiten haben.

Die Abstoßung des an dem Seidenfaden hängenden Korkkügelchens durch den Schellackstab, mit dem es kurze Zeit in Berührung war, erklärt sich dadurch, daß ein Theil des elektrischen Fluidums vom Schellackstab auf das Kügelchen überging und nun eine Abstoßung zwischen den mit dem gleichen elektrischen Fluidum geladenen Körpern erfolgt. Diese Abstoßung zeigt sich auch sehr schön an zwei Streifen Pyropapier, Fig. 3, welche man zwischen den Fingern durchgezogen hat.

Das von dem geriebenen Schellack- oder Harzstab abgestoßene Korkkügelchen, Fig. 2, wird von einem mit Wolle geriebenen Glasstab angezogen. Die Elektricität des Glasstabes ist demnach verschieden von der des Harzstabes, und man unterscheidet positive oder Glaselektricität und negative oder Harzelektricität. Ein zwischen den Fingern durchgezogener Streifen von Pyropapier ist negativ elektrisch.

Gleichnamig elektrisirte Körper stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Wenn zwei Körper, miteinander gerieben, elektrisch werden, so nimmt der eine positive, der andere negative Elektricität an. Wird ein Glasstab mit einem Lappen von vulkanisirtem Kautschuk gerieben, Fig. 4, so stößt der Kautschuklappen einen negativ elektrischen Streifen vom Pyropapier ab, der Glasstab zieht ihn an.

In ihrem Verhalten gegen die Elektricität zeigen verschiedene Stoffe ein ungleiches Verhalten; sie zerfallen in Leiter der Elektricität (Conductoren) und Nicht-Leiter (Isolatoren). Die Leiter nehmen das elektrische Fluidum leicht auf und geben es leicht wieder ab, bei den Isolatoren ist dies nicht der Fall. Die einem Leiter mitgetheilte Elektricität verbreitet sich über seine ganze Oberfläche, während eine solche Ausbreitung der elektrischen Ladung bei den Isolatoren nicht stattfindet.

Die Metalle sind vorzugsweise gute Leiter, die Stoffe, von welchen oben gesagt wurde, daß sie durch Reiben elektrisch werden, sind Isolatoren.

Um auf einem Leiter Elektricität anzuhäufen, muß er von lauter Isolatoren umgeben sein. Ein Metallcylinder, welchen man elektrisch machen will, muß deshalb von Glasfüßen getragen oder an Seidenschnüren aufgehängt, d. h. er muß isolirt sein. Die trockene Luft, welche alle Körper umgibt, ist ein Isolator, feuchte Luft ist ziemlich gut leitend.

Der menschliche Körper ist ein Leiter der Elektricität; um ihm eine elektrische Ladung ertheilen zu können, muß er auf einem Isolirschemel, d. h. auf einem von Glasfüßen getragenen Bret, Fig. 5, stehen.

Wenn man einem isolirten Metallcylinder CB, Fig. 6, mittels der Elektrisirmaschine eine elektrische Ladung ertheilt, so divergiren die an seinen beiden Enden angehängten elektrischen Pendel (Kügelchen von Hollundermark an leinenen Faden hängend). Berührt man den geladenen Cylinder unmittelbar mit der Hand oder mittels eines Metallstäbchens, so fallen die Pendel zusammen, weil die Elektricität des Cylinders durch die ihn berührenden Leiter abströmt. Wenn man aber den geladenen Cylinder CB mit einem Glas- oder Harzstab berührt, so fallen die Pendel nicht zusammen, weil weder Glas noch Harz die Elektricität des Cylinders ableiten.

Ein Körper befindet sich im natürlichen, nicht elektrischen Zustande, wenn er gleichviel positive und negative Elektricität enthält, eine elektrische Ladung erfolgt erst, wenn ihm ein Ueberschuß des einen Fluidums mit-

getheilt wird, oder wenn eine Trennung der bis dahin verbundenen elektrischen Fluida erfolgt.

Stellt man den unelektrischen, isolirten Leiter CB, Fig. 6, in die Nähe eines mit positiver Elektricität geladenen Leiters A, so wird dieser vertheilend auf die bis dahin verbundenen Elektricitäten von C B wirken, er zieht die negative nach B und treibt die positive nach C zurück. Die Pendel in B divergiren nun, weil beide mit negativer Elektricität geladen sind, die Pendel bei C aber divergiren mit positiver Elektricität.

Wenn man nun den Cylinder CB ableitend berührt, wie dies in Fig. 7 durch ein Kettchen angedeutet ist, so fallen die Pendel bei C zusammen, weil jetzt die von A abgestoßene +E entweichen kann, die Pendel bei B aber divergiren noch mehr, weil von neuem durch A angezogene —E durch die Kette zuströmen kann. Man kann die negative Elektricität in B nicht ableiten, weil sie durch die auf A befindliche +E hier zurückgehalten, gebunden wird.

Die Elektricitätserregung durch Vertheilung wird zur Construction von Elektrometern und Elektroskopen benutzt. In den Hals eines Glasgefäßes, Fig. 8, ist in einer Glasröhre steckend ein Metallstab eingesetzt, welcher unten mit einem Paar elektrischer Pendel, oben mit einer Metallplatte p oder auch mit einer Metallkugel endigt. Nähert man von oben einen (etwa positiv) elektrischen Körper, so wird die gleichnamige Elektricität in die Pendel getrieben, welche deshalb divergiren, während die ungleichnamige (in unserm Fall die —E) in die Platte gezogen und da gebunden wird. Berührt man nun, während der vertheilende Körper r in der Nähe bleibt, die Platte p ableitend mit dem Finger, so fallen die Pendel zusammen, weil nun die von r abgestoßene Elektricität entweicht. Entfernt man aber nun zunächst den ableitenden Finger und dann die vertheilende Stange r, so divergiren die Pendel aufs neue, weil nun ein Theil der bis dahin in p gebundenen Elektricität in die Pendel herabströmt, das Elektrometer ist nun geladen (und zwar in unserm Fall mit —E).

Nähert man dem geladenen Elektrometer von obenher einen mit seiner Ladung gleichnamigen elektrischen Körper, so nimmt die Divergenz der Pendel noch mehr zu, sie nimmt dagegen ab, wenn der genäherte Körper mit der Elektricität im Elektrometer ungleichnamig ist.

Die Pendel des Elektroskops, Fig. 8, sind entweder aus feinen Grashälmchen (Strohhalmelektrometer) oder aus zwei schmalen Streifen Blattgold (Goldblattelektrometer) gemacht.

Um stärkere elektrische Ladungen zu erzielen, wendet man das Elektrophor oder vorzugsweise die Elektrisirmaschine an. Das Elektrophor ist ein Harzkuchen a, Fig. 9, der entweder in eine flache Blechschüssel gegossen, oder nur auf ein mit Stanniol überzogenes Bret c gelegt ist. Der Harzkuchen wird durch Schlagen mit einem Fuchsschwanz negativ-elektrisch gemacht und dann auf denselben ein metallener Deckel b aufgesetzt, der entweder mit einem isolirenden Glasstab versehen ist oder an isolirenden Seidenfäden hängt. Setzt man den Deckel b auf den Harzkuchen a auf, so wirkt die negative Elektricität des letztern vertheilend, sie zieht die +E des Deckels an seine untere Fläche, während die abgestoßene — E sich an der obern Fläche des Deckels anhäuft. Berührt man jetzt den Deckel mit dem Finger, so entweicht die vom Harzkuchen abgestoßene — E, und im Deckel bleibt nur +E zurück, welche an der untern Deckelfläche gebunden ist, welche aber sofort frei wird, wenn man den Deckel mittels der isolirenden Schnüre aufhebt. Nähert man dem aufgehobenen Deckel den Finger, so springt ein glänzender Funken über.

Eine weit ausgiebigere Elektricitätsquelle ist die Elektrisirmaschine, deren wesentlichster Theil aus einer Glasscheibe (Scheibenmaschinen) oder einem hohlen Glascylinder (Cylindermaschinen) besteht. Fig. 10 stellt eine Scheiben-, Fig. 11 stellt eine Cylindermaschine dar.

Die um ihre horizontale Axe EI drehbare Glasscheibe S bewegt sich bei ihrer Umdrehung mit sanfter Reibung zwischen zwei Lederscheiben hindurch, welche, mit Amalgam (aus Quecksilber und Zink bestehend) überzogen und auf Holzbretchen befestigt sind. Dieses Reibzeug ist von einem Glasfuß H getragen und mit einem messingenen Conductor o versehen. Die durch Reibung positiv-elektrisch gemachte Glasscheibe gelangt nun nach weiterer Drehung zwischen die beiden Holzringe D, um hier ihrer Ladung wieder beraubt zu werden; damit sich aber auf dem Wege vom Reibzeug bis D die Elektricität nicht verliert, ist das Reibzeug mit zwei Lappen von Wachstaffet (eine isolirende Substanz) versehen, zwischen denen sich die Glasscheibe eine Strecke weit fortbewegt.

Die beiden Holzringe D stecken an der von der Glassäule G getragenen hohlen Messingkugel A, welche den Hauptconductor der Maschine bildet. Auf ihrer gegen die Glasscheibe gerichteten Seite sind diese Holzringe mit Metallspitzen versehen, welche mit dem Conductor A leitend verbunden sind. Die positiv-elektrische Glasscheibe wirkt vertheilend auf diese Vorrichtung, die angezogene —E strömt durch die Spitzen auf die Scheibe aus, während der Conductor A mit +E geladen bleibt.

Damit nun am Reibzeug stets eine lebhafte Elektricitätsentwickelung stattfinden könne, muß die —E des Reibzeugs stets abgeleitet werden, was dadurch geschieht, daß der Conductor o durch eine Metallkette mit dem Boden leitend verbunden wird.

Aus dem Conductor A kann man Funken positiver Elektricität ziehen. Wird aber A mit dem Boden leitend verbunden, während o isolirt bleibt, so gibt der Reibzeugs-Conductor o negativ-elektrische Funken.

An der Cylindermaschine, Fig. 11, finden sich im wesentlichen dieselben Theile, nur in anderer Form. Mit dem Reibzeug rr sind die kleinen Conductoren nn verbunden. Der messingene Saugcylinder vv steht mit dem Hauptconductor k der Maschine in leitender Verbindung. Der Conductor A, Fig. 10, ist mit verschiedenen Oeffnungen versehen, wie man aus Fig. 12 sieht, welche denselben im Durchschnitt darstellt. In die Höhlung rechts wird der Träger der Saugringe D eingesteckt, in die obere Oeffnung aber wird, wenn es sich um die Erzielung langer und kräftiger Funken handelt, ein Holzring eingesteckt. In die Oeffnung links kann man Drähte einstecken, die mit Messingkugeln von 1 bis 3 Centimeter Durchmesser enden, und an die man verschiedene Apparate anhängen kann.

Um ein Maß für die Ladung des Conductors zu erhalten, wird in die obere Oeffnung statt des Holzringes das Quadrantenelektrometer, Fig. 13, eingesteckt, wie man in Fig. 14 sieht. Das Pendel cd, welches aus einem das Korkkügelchen d tragenden Strohhalm besteht, wird an dem Grabbogen um so weiter aufsteigen, je stärker die Ladung ist.

Mit Hülfe der Elektrisirmaschine lassen sich die elektrischen Anziehungs- und Abstoßungs-Erscheinungen in größerm Maßstabe wiederholen. So der Korkkugeltanz Fig. 15. Ein Glascylinder ist oben und unten durch einen Deckel von Pappe geschlossen, der mit Stanniol überzogen ist. Im Innern befindet sich eine Partie

Korkkügelchen. Wird der untere Deckel mit dem Boden, der obere mit dem Conductor der gedrehten Elektrisirmaschine in leitende Verbindung gesetzt, so tanzen die Kügelchen lebhaft zwischen beiden Deckeln hin und her.

Steckt man statt des Ringes, Fig. 12, die Vorrichtung Fig. 16 in die obere Oeffnung des Conductors A, Fig. 10, so werden sich die gerade herabhängenden Papierstreifchen fächerartig ausbreiten, sobald die Maschine gedreht wird.

Der elektrische Funken ist im Stande, leicht brennbare Stoffe zu entzünden. Sehr leicht gelingt die Entzündung des Knallgases (eines Gemenges von Sauerstoff- und Wasserstoffgas) mittels der elektrischen Pistole, Fig. 17, deren Hals man mit einem Korkpfropfen schließt, nachdem man etwas Wasserstoffgas hat eintreten lassen. In der Wand des Gefäßes ist nun mittels eines isolirenden Glasröhrchens tt ein Messingdraht eingesetzt, welcher einerseits das Metallkügelchen b, andererseits das Messingkügelchen a trägt. Läßt man nun, während man das Blechgefäß in der Hand hält, einen Funken auf die Kugel b schlagen, so schlägt gleichzeitig ein solcher zwischen a und der Blechwand über, welcher das Knallgas entzündet und den Pfropfen, welcher das Gefäß verschließt, unter lautem Knalle fortschleudert.

Zur Entzündung des Schwefeläthers kann man die Vorrichtung Fig. 18 anwenden. Der Hals eines kleinen Glastrichters ist durch einen Kork geschlossen. Durch diesen Kork geht ein Metalldraht hindurch, der unten hakenförmig umgebogen, oben eine kleine Kugel h trägt. Ist diese Vorrichtung mittels eines passenden Stativs gehörig aufgestellt, so wird der Haken n durch eine Kette mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt und in den Trichter zunächst Wasser und auf dieses eine dünne Schicht Aether gegossen, und zwar so weit, daß die Kugel h eben bedeckt ist. Schlägt dann ein Funken von der Kugel l auf h über, so geräth der Aether in Flammen.

Wenn man einem isolirten Leiter eine elektrische Ladung mittheilt, so verbreitet sich dieselbe nur auf seiner Oberfläche, sie dringt nicht in sein Inneres ein, wie sich am leichtesten mittels des Apparats Fig. 19 zeigen läßt. Er besteht aus einer von einem Glasstab getragenen Hohlkugel von Messingblech, welche oben mit einer runden Oeffnung versehen ist. Wenn man die mit Elektricität geladene Kugel an irgendeiner Stelle ihrer äußern Oberfläche mit einem Probescheibchen (ein Scheibchen von Messingblech, welches an einem wohlisolirenden Stiel befestigt ist) berührt, so nimmt das Scheibchen einen Theil der Ladung auf, und wenn man dann mit dem so geladenen Scheibchen die Platte eines Elektrometers berührt, so divergiren dessen Pendel. Wenn man dagegen den Versuch so wiederholt, daß man das Probescheibchen durch die Oeffnung in das Innere der Hohlkugel einführt und mit der innern Fläche derselben in Berührung bringt, so zeigt es nun, abermals an das Elektrometer gebracht, keine elektrische Ladung mehr.

Bei der Dampf- oder Hydroelektrisirmaschine, Fig. 20, wird die Elektricität durch die Reibung des aus engen Oeffnungen ausströmenden Wasserdampfes erzeugt. Sie besteht aus einem von Glasfüßen getragenen Dampfkessel mit innerer Heizung, aus welchem der hochgespannte Dampf durch mehrere Röhren ausströmt, die durch ein mit kaltem Wasser gefülltes Behälter F hindurchgehen, welches in Fig. 21 für sich allein dargestellt ist. Die Ausströmungsöffnungen d haben die in Fig. 22 dargestellte Einrichtung. In die Mündung ist ein Holzröhrchen eingesetzt.

Der Dampf strömt gegen eine Reihe von Sägespitzen, die mit dem isolirten Conductor C verbunden sind. Ist dieser Conductor mit dem Boden leitend verbunden, so gibt der Kessel kräftige Funken negativer Elektricität, wird aber der Kessel selbst zum Boden abgeleitet, so nimmt der isolirte Conductor C eine kräftige positive Ladung an.

Auf der Oberfläche eines isolirten kugelförmigen Leiters verbreitet sich eine elektrische Ladung vollkommen gleichförmig. Auf der Oberfläche nicht kugelförmiger Leiter aber wird sich die Elektricität vorzugsweise an solchen Stellen anhäufen, welche am weitesten vom geometrischen Mittelpunkte entfernt sind. Auf einem Leiter von der Form Fig. 23 z. B. wird man mit Hülfe des Probescheibchens bei b und c eine weit stärkere Ladung finden als in der Mitte bei a.

Wenn man irgendeinen isolirten Leiter mit einer metallenen Spitze versieht, so findet hier eine so starke Anhäufung der Elektricität statt, daß sie fortwährend ausströmt. Setzt man eine metallene Spitze auf den Hauptconductor der Elektrisirmaschine, so kann man demselben keine merkliche Ladung mehr ertheilen, wie sehr man auch die Scheibe drehen mag, weil alle dem Conductor zugeführte Elektricität sogleich ausströmt. Die Elektricität geht nämlich zunächst von der Spitze auf die sie umgebende Luft über, die nun abgestoßen als elektrischer Wind wegströmt, wie man mit Hülfe einer Kerzenflamme, Fig. 24, nachweisen kann.

Das auf einer Stahlspitze spielende, aus Metalldrähten, die alle nach der gleichen Richtung umgebogen und zugespitzt sind, gebildete Flugrad, Fig. 25, geräth in Rotation, wenn ihm von dem Conductor der Maschine Elektricität zugeführt wird, und zwar infolge der Reaction der aus den Spitzen ausströmenden Elektricität.

Wenn man dem Conductor der Elektrisirmaschine eine zum Boden abgeleitete Metallspitze entgegenhält, so kann man demselben keine Ladung mehr beibringen.

Fig. 26 stellt einen durch einen Glasstab getragenen Metalldraht dar, welcher einerseits in eine feine Spitze ausläuft, andererseits die Metallkugel e trägt. Wenn e mit der zum Boden abgeleiteten Metallkugel f in Berührung ist und man die Spitze c dem Conductor der gedrehten Maschine nähert, so strömt aus der Spitze fortwährend —E auf den Conductor über, während die +E zum Boden abströmt. Wird aber e von f entfernt, so strömt noch fortwährend —E von der Spitze zum Conductor über, während die abströmende +E zwischen e und f in Form von Funken überspringt.

Wenn man dem ableitend berührten Conductor CB, Fig. 7, den mit +E geladenen A mehr nähert, so wird bei B mehr —E gebunden, bis endlich ein Funke zwischen B und A überspringt.

Um durch gegenseitige Bindung bedeutendere Quantitäten entgegengesetzter Elektricitäten anhäufen zu können, muß man die beiden Leiter durch einen Isolator trennen, welcher nicht so leicht durchbrochen wird, wie die Luftschicht zwischen B und A, Fig. 7, also etwa durch eine Glasscheibe, wie bei der Franklin'schen Tafel, Fig. 27 und 28. Auf jeder Seite einer wohlisolirenden Glasscheibe ist in der Mitte ein Stanniolblatt so aufgeklebt, daß das Glas ringsum etwa noch handbreit frei bleibt. Auf jeder Seite wird dann ein an einem leinenen Faden hängendes Korkkügelchen angebracht, wie es die Figur zeigt. Bringt man nun die eine Belegung der Scheibe mit dem Conductor der Elektrisirmaschine, die andere mit dem Boden in leitende Verbindung, so wird sich erstere mit +E, letztere aber mit —E laden, welche sich eben der gegenseitigen Bindung wegen hier in bedeutenderm Maße anhäufen lassen, als es sonst möglich wäre.

Hebt man nun die Verbindung der einen Seite (der rechten in Fig. 28) mit dem Conductor der Maschine auf, so steigt hier das Pendel, während es auf der andern, ableitend berührten Seite gerade herunterhängt. Es muß also auf der rechten Seite ein Ueberschuß von freier +E vorhanden sein, damit alle —E auf der linken Seite gebunden ist.

Hebt man aber nun die Verbindung der linken Seite mit dem Boden auf, während man die rechte Seite ableitend berührt, so fällt hier das Pendel herab, auf der linken Seite aber steigt das Pendel, weil jetzt hier ein Ueberschuß von —E ist. So kann man den Ueberschuß freier Elektricität abwechselnd auf der einen und dann wieder auf der andern Seite wegnehmen, und so den Apparat allmählich entladen.

Die Leydener Flasche, welche in Fig. 29, 30 und 31 in drei verschiedenen Gestalten dargestellt ist, ist eigentlich nur eine bequemere Form der Franklin'schen Tafel, denn auch hier sind zwei Metallbelegungen durch eine Glasschicht getrennt.

Um zu zeigen, daß durch die Leydener Flasche eine weit größere Anhäufung von Elektricität möglich ist, als ohne gegenseitige Bindung erzielt werden kann, bedient man sich des Arrangements Fig. 14. Die Flasche steht auf einem wohlisolirenden Harzkuchen, während die innere Belegung mit dem ein Quadrantenelektrometer tragenden Conductor der Elektrisirmaschine leitend verbunden ist. Wird die Maschine gedreht, so steigt die Kugel des Elektrometers augenblicklich, schon nach einer Umdrehung hat sie ihren höchsten Stand erreicht; wenn aber nun die äußere Belegung zum Boden abgeleitet wird, so fällt das elektrische Pendel herab und es bedarf nun 10 bis 20 Umdrehungen, bis das Pendel wieder zu seiner vorigen Höhe aufsteigt; die Flasche hat also auch eine 10 bis 20 mal so große Elektricitätsmenge aufgenommen als vorher, wo ihre äußere Belegung isolirt war.

Eine Combination von mehrern Leydener Flaschen, deren äußere Belegungen einerseits miteinander verbunden sind, während andererseits auch alle innern Belegungen in leitender Verbindung stehen, wie Fig. 32, heißt eine elektrische Batterie.

Zur Entladung einer Leydener Flasche oder einer Batterie bedient man sich des Ausladers, Fig. 33 oder Fig. 34. Letztere besteht aus einem mit Guttapercha überzogenen Kupferdraht, der an beiden Enden mit Messingkugeln versehen ist. Der Henley'sche Auslader, Fig. 35, dient, um beliebige Körper bequem in den Schließungskreis einer Leydener Flasche einzuschalten.

Durch den menschlichen Körper geleitet bringt der Entladungsschlag der Leydener Flasche eine eigenthümliche Nervenerschütterung hervor.

Dünne Metalldrähte, durch welche man den Entladungsschlag der Leydener Flasche oder einer Batterie leitet, werden erwärmt, und wenn der Draht dünn, die Ladung aber stark genug ist, selbst glühend gemacht und zerstäubt. Den zu diesem Versuch dienenden feinen Eisen- oder Platindraht kann man zwischen den Kugeln d und f des Ausladers Fig. 35 ausspannen.

Ein Kartenblatt, welches man zwischen die hinlänglich genäherten Kugeln des Ausladers Fig. 35 bringt, wird vom Entladungsschlag der Flasche durchbohrt. Selbst Glasplatten kann man durch den Entladungsschlag durchbohren.

Auf demselben Princip wie die Leydener Flasche beruht auch der Condensator, eine Vorrichtung, welche zur Condensation der Elektricität schwacher Spannung dient. Fig. 36 stellt einen Condensator dar, welcher mit einem Goldblatt-Elektrometer verbunden ist. Auf das Elektrometer ist zunächst eine Messingplatte (die untere Condensatorplatte) aufgeschraubt, deren obere Fläche mit einer Firnißschicht überzogen ist. Auf diese Platte wird dann eine zweite, an einem isolirenden Glasstiel befestigte aufgesetzt, deren untere Fläche lackirt ist. Die beiden Metallplatten sind also jetzt durch eine isolirende Schicht getrennt, sie entsprechen also den beiden Belegungen der Franklin'schen Tafel, nur mit dem Unterschied, daß man die obere Condensatorplatte leicht abheben kann, während sich die beiden Belegungen der Franklin'schen Tafel nicht voneinander entfernen lassen.

Berührt man nun die untere Platte mit einer Elektricitätsquelle, deren Spannung nicht hinreicht, eine merkliche Divergenz der Goldblättchen zu bewirken, während man die obere Condensatorplatte ableitend mit dem Finger berührt, Fig. 37, so wird der Condensator geladen, d. h. die Elektricität jener Quelle wird an der Firnißschicht der untern Platte condensirt, während sich die entgegengesetzte E auf der untern Fläche der obern Platte anhäuft. Entfernt man zunächst den Finger von der obern, dann die Elektricitätsquelle von der untern Platte, so divergiren die Pendel, wenn man die obere Platte abhebt und dadurch die in der untern bisher gebunden gewesene E gleichsam in Freiheit setzt.

Wenn man aus dem Conductor der Elektrisirmaschine mittels eines nahegehaltenen Leiters Funken zieht, so sind dieselben glänzend weiß und geradlinig, wenn dagegen aus dem Conductor einer kräftigen Maschine Funken auf größere Entfernung überspringen, so ist ihr Licht weniger glänzend, sie erscheinen gezackt und verästelt, wie Fig. 39 zeigt. Der verästelte Funke geht in einen violetten Lichtbüschel, Fig. 42, über, wenn man auf den Conductor eine etwas abgerundete Metallspitze aufsetzt. Solche Büschel zeigt aber nur die positive Elektricität. Die ausströmende negative Elektricität erscheint als leuchtendes Sternchen.

Interessante Erscheinungen erhält man durch Vervielfältigung des Funkens.

Fig. 41 stellt eine ungefähr zollweite Glasröhre dar, welche an jedem Ende mit einer Metallfassung versehen ist. Auf dieser Röhre sind Stanniolblättchen spiralförmig so aufgeklebt, daß zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Blättchen ein Zwischenraum von 1 bis 2 Millimetern bleibt. Nähert man nun die eine Metallfassung dem Conductor der Maschine, während man die andere in der Hand hält, so springt gleichzeitig in allen jenen Zwischenräumen ein Fünkchen über, und all diese Fünkchen bilden eine glänzende Spirallinie (Blitzröhre).

Fig. 40 stellt eine Blitztafel dar. Es ist dies eine in passender Fassung aufgestellte Franklin'sche Tafel, deren vordere Belegung durch eine Reihe kreuzweise geführter Schnitte in viele rautenförmige Stückchen getheilt ist, welche nicht mehr in leitender Verbindung stehen. Wenn nun die hintere Belegung zum Boden abgeleitet, die vordere aber mit dem Conductor verbunden wird, so kann die Ladung der vordern Belegung nur dadurch erfolgen, daß der Funke, die isolirenden Zwischenräumchen überspringend, sich blitzartig verbreitet.

Im luftverdünnten Raume verbreitet sich der elektrische Funke als ein violettes Strahlenband auf weit größere Entfernungen hin als im luftgefüllten, wie sich dies mit Hülfe des elektrischen Eies, Fig. 43, zeigen läßt, welches auf die Luftpumpe aufgeschraubt und evacuirt werden kann.

Wenn man den Knopf einer mit positiver Elektricität geladenen Leydener Flasche mit einer Scheibe

von Schellack berührt und dann semen lycopodii aus einem leinenen Beutelchen auf diese Scheibe siebt, so entsteht eine Staubfigur, welche durch dendritisch sich verästelnde Strahlen gebildet wird, Fig. 44. War dagegen die innere Belegung der Flasche mit —E geladen, so entstehen nur rundliche Flecken, deren Ausdehnung weit geringer ist als die der positiven Staubfigur.

Endlich muß noch angeführt werden, daß die Intensität der elektrischen Anziehung und Abstoßung im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnimmt, d. h. in der 2fachen, 3fachen Entfernung ist sie 4 mal, 9 mal schwächer. Dies kann unter anderm mittels der Vorrichtung Fig. 38 nachgewiesen werden. Eine isolirte Metallkugel B wird mit der einen, eine kleine, an einem Schellackstiel befestigte und an einem Seidenfaden aufgehängte Messingkugel a wird mit der entgegengesetzten Elektricität geladen. Aus ihrer Gleichgewichtslage herausgebracht, oscillirt die kleine Kugel in horizontaler Ebene, und zwar um so rascher, je näher B ist. Aus der für verschiedene Entfernungen zwischen B und a beobachteten Schwingungszahl kann man auf die Intensität der Anziehung für diese Entfernungen schließen.

II. Galvanismus.

Galvani machte im Jahre 1786 die Beobachtung, daß ein Froschpräparat, Fig. 1, Taf. 10, zuckt, so oft man die Schenkelnerven durch einen metallischen Bogen mit dem Wadenmuskel in leitende Verbindung bringt; Volta aber zeigte, daß es zum Gelingen dieses Versuchs wesentlich sei, daß der metallische Bogen aus zwei verschiedenen Metallen, etwa aus Zink, Z, und aus Kupfer, C, zusammengesetzt sei. Er suchte die Ursache dieser Erscheinung in einer bei der Berührung von Zink und Kupfer stattfindenden Elektricitätsentwickelung.

Diese Elektricitätsentwickelung beim Contact zweier verschiedener Metalle suchte er mit Hülfe des Condensators zu beweisen. Berührt man die untere Fläche der untern messingenen Condensatorplatte mit einem in der einen Hand gehaltenen Zinkstäbchen, Fig. 37, Taf. 9, während man mit der andern Hand die obere Condensatorplatte ableitend berührt, so wird der Condensator geladen, und wenn man dann die obere Platte abhebt, so divergiren die Goldblättchen mit negativer Elektricität. Volta schloß daraus, daß Kupfer (oder Messing) in Berührung mit Zink negativ-elektrisch werde. Später gab man diesem Versuch eine andere Deutung, indem man den Sitz der Elektricitätserregung an die Berührungsstelle des Zinks mit der feuchten Hand verlegte. Nach dieser Theorie wird Zink in Berührung mit der Flüssigkeit negativ-, die Flüssigkeit aber positiv-elektrisch.

Daß in der That Zink in Berührung mit einer Flüssigkeit negativ-elektrisch wird, läßt sich auf folgende Weise zeigen. Auf ein Goldblatt-Elektrometer, Taf. 9, Fig. 44, wird eine Zinkplatte aufgeschraubt, welche auf keiner Seite gefirnißt ist; auf diese wird eine möglichst dünne überragende Glasplatte gelegt, auf welcher wieder eine Scheibe Löschpapier liegt. Das Löschpapier wird mit Salzwasser getränkt und dann durch einen Zinkbügel eine leitende Verbindung zwischen dem feuchten Papier und der Zinkplatte hergestellt. Hat diese kurze Zeit gedauert, so wird der Zinkbügel entfernt und die Glasplatte abgehoben; die Goldblättchen divergiren nun mit negativer Elektricität, welche nur von der Berührung des Zinkbügels mit der Flüssigkeit herrühren kann.

Wiederholt man diesen Versuch mit einer Kupferplatte und einem Kupferbügel, so erhält man eine kaum merkliche negative Ladung; die Elektricitätserregung zwischen Kupfer und Flüssigkeit ist so unbedeutend, daß wir sie hier unberücksichtigt lassen können.

Legt man auf eine Kupferscheibe eine mit Salzwasser befeuchtete Tuchscheibe, so findet also keine merkliche Elektricitätserregung statt, wird aber auf die Tuchscheibe eine Zinkplatte gelegt, Fig. 45, Taf. 9, so nimmt diese eine negative Ladung von einer Stärke an, welche wir mit —E bezeichnen wollen, während die Flüssigkeit der Tuchscheibe und die Kupferscheibe die Ladung +E annehmen.

Eine solche Combination, wie Fig. 45, nennt man ein Volta'sches Element. Wie man demselben auch Elektricität entziehen oder zuführen mag, immer bleibt das Zink um eine bestimmte Quantität, und zwar um 2 E mehr negativ elektrisch als die Flüssigkeit oder die Kupferscheibe. Wird z. B. die Kupferplatte ableitend berührt, so wird ihr die positive Ladung entzogen, und die Spannung der negativen Elektricität der Zinkplatte wird —2 E, Fig. 46. Würde dem Element Fig. 45 so viel freie negative Elektricität zugeführt, daß die Ladung desselben —2 E wäre, wenn ganz keine Elektricitätserregung stattfände, so steigt die Ladung der Zinkplatte auf —4 E. Legt man auf das Volta'sche Element, Fig. 46, ein zweites ganz gleiches in gleicher Ordnung, so verbreitet sich die Ladung —2 E von der untern Zinkplatte über das ganze aufgelegte Element, und die Ladung der obern Zinkplatte, Fig. 47, wird nun —4 E sein. Würde ein drittes, viertes Element aufgelegt, so würde die Spannung der freien Elektricität der obersten Zinkplatte auf 6 E, 8 E u. s. w. steigen. Darauf beruht die Construction der Volta'schen Säule, Fig. 48. Nehmen wir an, dieselbe sei aus 50 Elementen aufgebaut und die unterste Kupferplatte sei ableitend berührt, so würde die Ladung der obersten Zinkplatte —100 E sein. Bleibt die ganze Säule isolirt, so ist ihre elektrische Spannung in der Mitte gleich 0, in der obersten Zinkplatte ist alsdann — 50 E, die der untersten Kupferplatte ist +50 E.

Die beiden Enden der Volta'schen Säule werden die Pole derselben genannt.

Nach dem Princip der Volta'schen Säule ist auch Zamboni's trockene Säule construirt. Ein Streifen unechten Goldpapiers (Kupfer) wird mit der Papierseite auf einen Bogen unechten Silberpapiers geklebt und dann runde Scheibchen von 10 bis 40 Millimeter Durchmesser ausgeschlagen. Ein solches Scheibchen repräsentirt ein Volta'sches Element, nämlich eine dünne Kupferplatte und eine dünne Zinnplatte (Zinn wirkt fast wie Zink) und zwischen beiden eine Papierscheibe, welche immer etwas hygroskopische Feuchtigkeit enthält. Von solchen Scheibchen kann man nun eine Säule aufbauen, was am bequemsten geschieht, wenn man sie stets in gleicher Ordnung in eine unten mit einer Messingfassung geschlossenen Glasröhre schichtet und dann, wenn die Füllung vollendet ist, die Glasröhre oben durch eine gleiche Messingfassung schließt. Die beiden Fassungen Z und K, Fig. 2, Taf. 10, bilden die beiden Pole der trockenen Säule.

Solche trockene Säulen zeigen sehr starke Spannungserscheinungen, da man leicht solche von mehreren Hunderten oder Tausenden von Scheibchen aufbauen kann.

Das elektrische Perpetuum-mobile, Fig. 1, Taf. 10, besteht aus zwei Zamboni'schen Säulen, jede von ungefähr 2000 Paaren. Bei der einen ist der negative, bei der andern ist der positive Pol nach oben gerichtet, während die beiden untern Pole durch einen Metallstreifen verbunden sind, sodaß das System eine ewige

ule von 4000 Plattenpaaren darstellt. In der Mitte schen den beiden obern Polen ist ein ganz leichtes tallisches Pendel leicht beweglich und isolirt aufgeıgt, welches zwischen den beiden Polen beständig hin) her oscillirt.

Bennet's Säulenelektrometer, Fig. 4, besteht 5 zwei kleinen Zamboni'schen Säulen, welche übrigens uso arrangirt sind, wie beim Apparat Fig. 3. Zwi-ın den beiden oberen Polen befindet sich ein isolirt gehängtes Goldblättchen, welches nach dem positiven r negativen Pol ausschlägt, wenn ihm eine negative r positive Ladung ertheilt wird. Fig. 5 stellt eine ıdmäßigere Form des Säulenelektrometers dar. Während die trockene Säule starke Spannungseffecte vorbringt, zeigt sie kaum Spuren der kräftigen Stroswirkungen, welche auftreten, wenn die Volta'- Säule geschlossen, d. h. wenn der positive) negative Pol derselben in leitende Verbindung geıcht wird.

Durch diesen Verbindungsbogen strömt dann beständie positive Elektricität nach dem negativen, die ative nach dem positiven Pol hin ab, während die römende Elektricität durch die elektromotorische Kraft der Säule sogleich wieder ersetzt wird, sodaß in der ule stets +E dem positiven und —E dem negativen le zuströmt.

Um kräftige Stromeswirkungen zu erhalten, ist die prüngliche Form der Volta'schen Säule wenig geıet. Man hat deshalb die Form der Elemente ıfach abgeändert, und Fig. 6 stellt das Schema Volta'schen Elemente dar, wie sie jetzt meistens ıutzt werden. In das gesäuerte Wasser eines ıäßgefäßes ist eine Zinkplatte und ihr gegenüber e Kupferplatte eingetaucht, ohne daß die beiden ıtten sich metallisch berühren. Um nun solche Eleıte zur Säule zu verbinden, wird die Zinkplatte es jeden Bechers mit der Kupferplatte des vorherıenden leitend verbunden, wie Fig. 7 andeutet. Die ie Zinkplatte des ersten Bechers bildet den negaen, die freie Kupferplatte des letzten bildet den poıen Pol.

Um eine möglichst große wirksame Zinkfläche zu erıten, wird die Kupferplatte eines jeden Elements ı die Zinkplatte herumgelegt, Fig. 49, Taf. 9, und Berührung zwischen der Kupferplatte und der Zinkıte durch zwischengelegte Holzstäbchen verhindert. ıe aus solchen Elementen zusammengesetzte Säule ıd nach ihrem Erfinder eine Wollaston'sche geınnt. Bei allen Säulen, bei welchen Zink und Kupfer dieselbe Flüssigkeit (verdünnte Schwefelsäure) einaucht sind, nimmt die Stromstärke sehr rasch ab. — wird dies vermieden, wenn die Kupferplatte in eine sung von Kupfervitriol eingetaucht ist, während die ıkplatte allein in verdünnte Schwefelsäure eintaucht. lche Säulen mit zweierlei Flüssigkeit werden conınte Säulen oder Batterien genannt. Die eben prochene Combination aber heißt die Daniell'sche oder ıquerel'sche Säule. Zur Trennung der beiden Flüssigten dient eine poröse Thonzelle. Fig. 50, Taf. 9, llt ein Daniell'sches Element dar. In dem Glasgefäß befindet sich verdünnte Schwefelsäure, in welche ıe cylinderförmig gebogene Zinkplatte eingetaucht ist. inerhalb des hohlen Zinkcylinders steht eine poröse ıonzelle, welche mit einer Lösung von Kupfervitriol füllt ist, welche endlich die gleichfalls cylindrisch geıgene Kupferplatte aufnimmt.

Bei der Grove'schen Batterie ist die Kupferplatte ırch Platin, bei der Bunsen'schen ist sie durch einen ıs harter Kohlenmasse gebildeten Cylinder ersetzt. Das latin sowol wie die Kohle stehen in concentrirter Salpetersäure. Die constante Zinkplatinsäule sowol wie die Zinkkohlensäule wirken ungleich kräftiger wie die Zinkkupfersäule. Fig. 51 stellt ein Bunsen'sches Zinkkohlenelement dar.

Fig. 8, Taf. 10, stellt eine aus fünf Bunsen'schen Bechern zusammengesetzte Säule dar.

Zu manchen Zwecken braucht man eine Säule von vielen kleinern Bechern, zu andern Zwecken aber braucht man Säulen von wenigen aber großen Plattenpaaren. Um nun alle diese Zwecke mit einer gegebenen Anzahl von mittelgroßen Bechern zu erreichen, kann man dieselben in verschiedener Weise combiniren, wie dies durch die schematischen Figuren, Fig. 52—55, Taf. 9, erläutert wird. Fig. 52 stellt 8 Becher dar, welche zur Säule verbunden sind. Fig. 54 stellt eine Säule von 4 Plattenpaaren dar, von denen jedes durch zwei Becher gebildet wird. Fig. 53 ist eine Säule von zwei vierfachen Plattenpaaren. In Fig. 55 endlich sind 8 Becher zu einem einzigen Plattenpaar verbunden.

III. Wirkungen des Stroms auf die durchströmten Leiter.

Wenn man den elektrischen Strom durch einen Metalldraht leitet, so wird derselbe erwärmt, und zwar um so stärker, je stärker der Strom und je dünner der Draht ist. Um die Gesetze dieser Erwärmung zu untersuchen, wendet man die Vorrichtung Fig. 9, Taf. 10, an. Der dünne Metalldraht, welcher der Untersuchung unterworfen werden soll, ist mit seinen beiden Enden an dickern Zuleitungsdraht angelöthet und befindet sich im Innern eines mit Weingeist gefüllten Gefäßes. Ein in den Weingeist eingetauchtes Thermometer liefert ein Maß für die durch einen elektrischen Strom im Draht entwickelte Wärmemenge. Schlechtleitende Metalldrähte werden stärker erwärmt als gutleitende. Ist die Stromstärke bedeutend genug, so erfolgt ein Erglühen der Drähte. Schaltet man in den Schließungsbogen einer hinlänglich starken Säule eine Kette, Fig. 10, ein, welche abwechselnd aus Stücken von Platin- und von Silberdraht besteht, so werden die Platinstücke glühend, während die Silberstücke noch dunkel bleiben.

Wenn man zwei Spitzen von Gaskohle, Fig. 11, von welchen die eine mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pole einer Säule von mindestens 40 Bunsen'schen Bechern verbunden ist, in Berührung bringt, so entsteht ein blendendes Licht. Man kann alsdann die weißglühenden Polspitzen wieder etwas auseinanderziehen, und es geht alsdann ein Lichtbogen zwischen ihnen über. Man hat dieses elektrische Licht zur Beleuchtung von Theatern und Sälen, zu objectiven und mikroskopischen Darstellungen u. s. w. benutzt.

Wenn die Kohlenspitzen, zwischen denen der Flammenbogen übergeht, von einem Kasten mit undurchsichtigen Wänden umgeben sind, in dessen vorderer Seite sich ein entsprechendes Linsensystem befindet, so wird dasselbe auf einem passend aufgestellten Schirme ein vergrößertes Bild der glühenden Kohlenspitzen und des Flammenbogens entwerfen, wie Fig. 12 zeigt. Man beobachtet dann, daß der positive Pol ausgehöhlt erscheint, und daß fortwährend ein Strom glühender Kohlentheilchen vom positiven zum negativen Pol übergeht. Die Wärmeentwickelung ist übrigens am positiven Pole stärker als am negativen, sie genügt um Platin- und Eisendrähte zu schmelzen.

Wenn man den galvanischen Strom durch chemisch zusammengesetzte Flüssigkeiten leitet, so werden dieselben, insofern sie überhaupt den Strom zu leiten im Stande sind, in ihre Bestandtheile zerlegt. Versieht man jeden

der beiden Poldrähte einer Säule von ungefähr 6 Bunsen'schen Bechern mit einer Platinplatte, taucht man dann die beiden Platinplatten, ohne daß sie sich berühren, in gesäuertes Wasser, so steigen an beiden Platten Gasbläschen auf. Fängt man das aufsteigende Gas in Glasröhren auf, die mit Wasser gefüllt über die Polplatten gestülpt sind, Fig. 13, so zeigt sich bald, daß von der negativen Polplatte doppelt so viel Gas aufsteigt als von der positiven, und eine Untersuchung der Gase zeigt, daß sich an der negativen Platte Wasserstoffgas, an der positiven aber Sauerstoffgas entwickelt. Fig. 14 zeigt einen Wasserzersetzungsapparat, bei welchem die entwickelten Gase nicht getrennt aufgefangen werden, sondern vermengt als Knallgas durch dieselbe Glasröhre entweichen. Man kann das aus diesem Rohr entweichende Gas in einer graduirten Röhre, Fig. 15, auffangen. Die Menge des in einer gegebenen Zeit, etwa in 1 Minute, entwickelten Gases ist ein Maß für die Stärke des Stroms. Ein Wasserzersetzungsapparat, Fig. 14, verbunden mit dem graduirten Rohr, Fig. 15, bildet ein Voltameter.

Davy hat durch den galvanischen Strom zuerst Kali zerlegt, und zwar scheidet sich dabei Sauerstoff am positiven, Kalium am negativen Pole aus. In gleicher Weise werden auch die andern Alkalien und Erden in Sauerstoff und in Metall zerlegt.

Geschmolzene Chlormetalle werden durch den Strom in Chlor (am + Pol) und Metall (am — Pol) zerlegt.

Die Lösung eines Alkalisalzes (z. B. des Glaubersalzes) wird durch den Strom so zerlegt, daß sich am + Pol Sauerstoff und die Säure, am — Pol Wasserstoff und die Basis ausscheidet. Um dies zu zeigen, gießt man die durch Malventinctur gefärbte Salzlösung in eine Glasröhre von der Form Fig. 16, und taucht die aus Platin bestehenden Polplatten in die beiden Schenkel ein. Die Lösung am + Pol färbt sich alsbald roth (durch den Einfluß der freigewordenen Säure), am — Pol aber grünlich (durch die Basis).

Anders verhalten sich die Lösungen der Salze schwerer Metalle, aus ihnen scheidet sich am negativen Pol das reine Metall aus. So schlägt sich z. B. aus einer Lösung von Kupfervitriol am — Pol metallisches Kupfer nieder. Dieser Kupferniederschlag, welcher sich von dem metallischen — Pol leicht ablösen läßt, wird in der Galvanoplastik benutzt. Mittels der Galvanoplastik werden kupferne Copien von beliebigen Gegenständen, z. B. von Münzen dargestellt. Von dem zu copirenden Gegenstand wird zunächst ein Abdruck in Wachs oder Guttapercha genommen und dessen Oberfläche durch Graphit leitend gemacht, welcher dann in eine Lösung von Kupfervitriol eingetaucht wird. Die Graphitschicht wird dann mit dem negativen Pol eines Bunsen'schen Bechers, Fig. 17, verbunden und ihr gegenüber eine Kupferplatte eingehängt, welche mit dem + Pol des Bechers verbunden wird. Es scheidet sich nun auf der mit Graphit überzogenen Form eine Schicht von Kupfer ab, welche nach ein bis zwei Tagen dick genug ist, um abgenommen werden zu können, und welche eine genaue kupferne Copie des ursprünglichen Originals ist.

Wendet man statt der Lösung von Kupfervitriol die Lösung eines Silber- oder Goldsalzes an, so wird sich auf einer metallischen Oberfläche, welche mit dem — Pol verbunden in die Lösung herabhängt, Silber oder Gold ausscheiden, wenn der Strom durch die Lösung hindurchgeht. Darauf beruht die galvanische Versilberung und Vergoldung.

IV. Elektromagnetismus und Elektrodynamik.

Wenn ein durchströmter Leitungsdraht in der Nähe einer Magnetnadel vorübergeführt wird, so wird dieselbe aus ihrer durch den Erdmagnetismus bedingten Gleichgewichtslage abgelenkt. Fig. 18, Taf. 10, stellt einen quadratisch gebogenen Bügel von Kupferdraht dar, welcher so aufgestellt wird, daß die Ebene des Quadrats mit der Ebene des magnetischen Meridians zusammenfällt. In der Mitte der horizontalen Seite cd ist über und unter dem Kupferstreifen eine Stahlspitze angebracht, auf welcher eine Magnetnadel spielt. In gleicher Weise spielt eine Magnetnadel über dem horizontalen Arm fg. Solange das Kupferblech nicht durchströmt ist, bleiben die Nadeln im magnetischen Meridian, schraubt man aber bei b den positiven, bei g den negativen Pol einer Säule ein, so werden die Nadeln abgelenkt, und zwar in der durch die ausgefiederten Pfeile angedeuteten Richtung wenn S nach Süden, N nach Norden schaut.

Eine umströmte Magnetnadel wird stets so abgelenkt, daß ihr Südpol nach derjenigen Seite hinschaut, welcher aus gesehen der Strom in der Richtung circulirt, wie der Zeiger einer Uhr.

Die Ablenkung der Magnetnadel wird benutzt, um galvanische Ströme nachzuweisen und zu messen.

Um stärkere Ströme zu messen, dient die Tangentenbussole, Fig. 19, ein Ring von Kupfer, welcher in zwei isolirt nebeneinander herlaufenden Kupferstreifen ab und cd endet. In der Mitte dieses Ringes befindet sich eine Bussole, deren Nadel auf der Ebene des magnetischen Meridians vertical aufgehängt ist. Sobald aber der Ring durchströmt wird, findet eine Ablenkung der Nadel statt, und zwar ist die Stromstärke der Tangente des Ablenkungswinkels proportional, daher der Name des Instruments.

Um schwache galvanische Ströme nachzuweisen, wendet man den Multiplicator (Galvanometer), Fig. 20, an. Er besteht aus einer, an einem Coconfaden aufgehängten Magnetnadel, um welche ein mit Seide übersponnener Kupferdraht in vielen Windungen herumgeführt ist. Um das Instrument empfindlicher zu machen, wird statt einer Nadel ein astatisches Nadelpaar angewandt. Die untere Nadel desselben befindet sich in der Höhlung der Windungen, die andere hängt über denselben. Die obere Nadel bewegt sich über einem getheilten Kreise hin, auf welchem man die Größe der Ablenkung abliest. Je nach Umständen muß man einen Multiplicator mit vielen Windungen (bis zu 40000) sehr dünnen Drahtes, oder einen solchen anwenden, welcher nur aus wenigen (30 bis 40) Windungen eines dickern Drahtes gebildet ist.

Eine andere Form des Multiplicators ist das Spiegelgalvanometer, Fig. 24, Taf. 8. Der schon früher besprochene, mit einem Spiegel versehene Magnetmeterstab ist mit einer Reihe von Multiplicatorwindungen umgeben. Wenn diese von einem schwachen Strom durchlaufen werden, erfolgt eine freilich nicht bedeutende Ablenkung des Magnetstabes, durch die Spiegelablesung wird aber schon die geringste Ablenkung meßbar.

Wenn man um einen Stab von weichem Eisen einen mit Wolle übersponnenen Kupferdraht in vielen Windungen herumwickelt und dann einen galvanischen Strom durch diese Windungen hindurchsendet, so wird das Eisen magnetisch; es verliert aber seinen Magnetismus augenblicklich wieder, sobald der Strom aufhört das Eisen zu umkreisen. Solche temporäre Magnete nennt man Elektromagnete.

Statt den Draht unmittelbar auf das Eisen aufzu-
eln, ist es zweckmäßiger, ihn auf eine Spule von
z oder Pappendeckel aufzuwickeln und so eine Mag-
isirungsspirale, Fig. 21, Taf. 10, herzustellen
welche der Eisenstab eingeschoben wird.
Die Polarität eines solchen Elektromagnets folgt
durch Fig. 22 erläuterten Gesetz.
Der Magnetismus der Elektromagnete ist ungleich
ker, als man ihn je in permanenten Stahlmagneten
elen kann. Fig. 23 zeigt einen kleinen hufeisenför-
en Elektromagnet.
In vielen Fällen ist es nothwendig, daß beide Pole
Elektromagnets nach oben gekehrt sind, wie dies
dem großen Elektromagnet, Fig. 24, der Fall ist.
Spirale eines jeden Schenkels ist hier aus drei
icken zusammengesetzt, deren jedes 18 bis 20 Pfund
pferdraht enthält.
Zu den wichtigsten Anwendungen des Elektroma-
ismus gehört ohne Zweifel die elektrische Te-
raphie. Nachdem man einmal die Erfahrung ge-
ht hatte, daß der elektrische Strom sich in den
ßten Leitungsdrähten mit momentaner Geschwindig-
fortpflanzt, versuchte man verschiedene Stromwir-
gen zur Signalisirung in die Ferne anzuwenden,
nur die magnetischen zeigten sich praktisch anwend-
, namentlich aber der Elektromagnetismus.
Fig. 25 stellt Morse's Drucktelegraph dar.
er den Polen des Elektromagnets b schwebt, von
Hebel dd getragen, der eiserne Stab cc. Sobald
Strom durch die Windungen des Elektromagnets
hindurchgeht, werden seine Eisenkerne magnetisch
ziehen den Anker cc herab, wodurch dann ein
bolzen, welcher am linken Ende des Hebels dd be-
gt ist, gehoben wird. Sobald der Strom in b
erbrochen wird, wird aber der Hebel d sammt dem
bolzen durch die Feder f wieder zurückgezogen. Dem
ste bei d links gegenüber befindet sich nun ein Pa-
streifen, welcher mit gleichförmiger Geschwindigkeit
schen den Messingrollen r und h nach links fort-
ogen wird, wenn diese Rollen durch ein Uhrwerk in
drehung gesetzt werden. Wird nun der Stift bei d
s nach oben gedrückt, so preßt er die entsprechende
lle des Papierstreifens in eine hinter demselben be-
liche Rinne der Rolle r hinein, wodurch im Papier
bleibender Eindruck gemacht wird. Wird der Strom
Elektromagnets nur momentan geschlossen, so wird
diese Weise ein Punkt auf dem Papierstreifen
rkirt, ein Strich dagegen, wenn die Schließung etwas
ger dauert.
Sind nun die Zuleitungsdrähte des Elektromagnets
u einer meilenweit entfernten Station fortgeführt,
welcher eine galvanische Säule aufgestellt ist, so
d durch eine an jener entfernten Station ausgeführte
mentane Schließung des Stroms auf dem Pa-
rstreifen des Schreibapparats ein Punkt markirt,
r ein Strich, wenn die Schließung etwas länger
ert. Aus Punkten und Strichen ist nun das Al-
bet zusammengesetzt; so bezeichnet z. B.

— . .. —... ... — .. — —. —

a e i o u b m n t
leicht und sicher den Strom schließen und öffnen
können, dient der Schlüssel, Fig. 26. Die Ver-
dung zweier Stationen wird durch Fig. 27 erläutert.
nn der Schlüssel der Station rechts niedergedrückt
d, so geht der Strom der Säule b durch diesen
hlüssel und den Leitungsdraht zum Schlüssel der
dern Station, von diesem durch den Schreibapparat
zur Bodenplatte P', um dann durch den Leitungsdraht
den, welcher den zweiten Leitungsdraht ersetzt, zu
Station rechts zurückzukehren.

Auch als Triebkraft hat man den Elektromagnetismus zu benutzen gesucht und hoffte sogar die Dampfmaschinen durch elektromagnetische Motoren ersetzen zu können, ohne jedoch praktisch brauchbare Resultate zu erzielen. Von den mannichfachen Formen elektromagnetischer Motoren mag hier beispielshalber nur eine betrachtet werden.

Vier starke Elektromagnete A, B, C und D, Fig. 28 und 29, sind in einem Gestell von Gußeisen so befestigt, daß jeder einen Winkel von 60° mit dem folgenden macht. Zwischen diesen Elektromagneten befindet sich ein System von zwei gußeisernen, auf derselben horizontalen Umdrehungsaxe befestigten Rädern, welche auf ihrem Umfang 8 Stäbe M von weichem Eisen tragen, deren jeder um 45° vom folgenden absteht. Der Strom geht nun nicht gleichzeitig durch die Umwindungen aller 4 Elektromagnete, sondern der Reihe nach erst durch die Umwindungen von A und B, dann durch die von D, nachher durch die von C u. s. w. Der Gang der Maschine wird durch Fig. 29 erläutert.

Wie der galvanische Strom ablenkend auf eine bewegliche Magnetnadel wirkt, so wirkt er auch ablenkend auf einen beweglich aufgehängten galvanisch durchströmten Leitungsdraht, wie dies Ampère gezeigt hat, welcher damit die Lehre von der gegenseitigen Einwirkung der galvanischen Ströme, die Elektrodynamik, begründet hat. Fig. 30 zeigt das Ampère'sche Gestell in einfachster Form. Zwei voneinander isolirte Metallsäulen tragen zwei Quecksilbernäpfchen, in welche ein rectangulär gebogener Leiter so eingehängt ist, daß er sich frei drehen kann. Wird nun der positive Poldraht einer Säule in dem vordern, der negative im hintern Säulchen eingeschraubt, so wird der bewegliche Leiter durchströmt, wie die Pfeile andeuten. Der so durchströmte Leiter wird nun zunächst durch den Erdmagnetismus gerichtet, er stellt sich rechtwinkelig zum magnetischen Meridian. Stellt man nun dem beweglichen Leiter einen andern Leitungsdraht so gegenüber, wie die Figur zeigt, so wird Anziehung oder Abstoßung stattfinden, je nachdem der Strom in rs aufsteigt oder niedergeht.

Es folgt daraus, daß parallele gleichgerichtete Ströme sich anziehen, während parallele entgegengesetzt gerichtete Ströme sich abstoßen.

Die Anziehung paralleler Ströme wird auch durch den Apparat Fig. 34 erläutert. Ein Spirale von Kupferdraht ist so aufgehängt, daß ihre untere Spitze eben in ein Quecksilbernäpfchen eintaucht. Ist nun das Quecksilbernäpfchen mit dem einen Pol einer Säule verbunden, während vom andern ein Draht zur Klemmschraube K führt, so sind alle Windungen der Spirale in gleicher Richtung durchströmt, sie ziehen sich an, dadurch wird die Spirale verkürzt und die Spitze aus dem Quecksilber herausgezogen, also der Strom unterbrochen. Die Spitze sinkt wieder in das Quecksilber herab und dasselbe Spiel beginnt aufs neue.

Fig. 35, Taf. 7, stellt zwei Bandspiralen dar, d. h. Spiralen, deren jede aus einem Streifen dünnen Kupferblechs so aufgewunden ist, daß die einzelnen Windungen durch Seiden- oder Baumwollenband voneinander isolirt sind, und deren jede an zwei Streifen von Kupferband hängt, durch welche der Strom zu- und abgeleitet wird. Sind die Spiralen entgegengesetzt durchströmt, so stoßen sie einander ab, sie fahren also auseinander; sind sie aber in gleicher Richtung durchströmt, so ziehen sie einander an, sie klappen also zusammen, selbst wenn man die obern Enden der Aufhängebänder um 2—3 Zoll auseinanderhält.

Hängt man in das Ampère'sche Gestell, Fig. 30,

Taf. 10, statt des rectangulären Leiters den Schraubendraht (Solenoid), Fig. 31, auf, so verhält sich dieser ganz wie eine Magnetnadel, wenn ein galvanischer Strom ihn durchläuft; seine Axe stellt sich in den magnetischen Meridian, und einem Magnetstab gegenüber verhält sich das eine Ende des durchströmten Schraubendrahts wie ein Nordpol, das andere Ende wie ein Südpol.

Eine durchströmte Magnetisirungsspirale, Fig. 21, wirkt auf den durchströmten und beweglich aufgehängten Schraubendraht, Fig. 31, wie ein Magnetstab. Es findet also vielfache Analogie statt zwischen einem Magnetstab und einer durchströmten Spirale, und darauf baut Ampère seine Theorie des Magnetismus, derzufolge die Erscheinungen des Magnetismus zurückzuführen sind auf die gegenseitige Einwirkung galvanischer Ströme.

Nach Ampère hat man sich jedes Eisenmoleculs als beständig von einem elektrischen Strome umkreist zu denken. Ein Eisenstab ist bis zu seinem Maximum magnetisirt, wenn alle Molecularströme eines jeden Querschnitts einander parallel gerichtet sind, wie dies Fig. 32 anschaulich macht; der Stab verliert seinen Magnetismus mehr und mehr, wenn die Elementarströme aus der parallelen Anordnung mehr und mehr in eine regellose gegenseitige Lage übergehen, bei welcher sich die Wirkungen nach außen hin nicht mehr summiren, sondern gegenseitig aufheben.

Statt aller der elementaren parallelen Ströme des Querschnitts eines Magnetstabes, wie sie in Fig. 32 dargestellt sind, kann man sich diesen Querschnitt von einem einzigen Strome umkreist denken, welcher die Resultirende aller elementaren Ströme ist, und somit läßt sich ein Magnetstab als ein System unter sich paralleler geschlossener Ströme denken, wie es Fig. 33 anschaulich macht.

V. Thermo-elektrische Ströme.

Wenn ein geschlossener metallischer Ring aus zwei oder mehrern verschiedenen Metallen zusammengesetzt ist, so kann kein Strom entstehen, solange alle Löthstellen gleiche Temperatur haben. Sobald aber eine Löthstelle erwärmt wird, während die andern kalt bleiben, entsteht sogleich ein Strom, welcher seines Ursprungs wegen als thermo-elektrischer Strom bezeichnet wird.

In Fig. 36, Taf. 10, stellt po einen Wismutstab dar, auf welchem ein kupferner Bügel mn aufgelöthet ist. In der Mitte des Raums, welcher zwischen beiden bleibt, ist eine Stahlspitze angebracht, welche eine Magnetnadel trägt. Wird nun der Apparat so aufgestellt, daß die Längskanten von po in der Richtung des magnetischen Meridians liegen, so stellt sich die Magnetnadel in der Mitte des Bügels ein. Sobald aber eine der Löthstellen, etwa o erwärmt wird, erfolgt eine Ablenkung der Nadel.

Noch leichter lassen sich die thermo-elektrischen Ströme mit Hülfe der Vorrichtung Fig. 35 nachweisen. An einen Wismutstab ist an einem Ende der Kupferstreifen ca, am andern Ende der Kupferstreifen bd angelöthet. Wird nun c mit dem einen, d mit dem andern Ende der Drahtwindungen eines Multiplicators in Verbindung gebracht, so erfolgt eine Ablenkung der Multiplicatornadel, sobald die eine der beiden Löthstellen, etwa die bei a, erwärmt wird.

Die verschiedenen Metalle lassen sich in eine Reihe ordnen, welche die Eigenschaft hat, daß, wenn man aus zwei Metallen dieser Reihe einen geschlossenen Ring bildet und eine Löthstelle erwärmt, alsdann der positive Strom an der erwärmten Stelle von dem in der Reihe höher stehenden Metall zu dem tiefer stehenden geht. Folgendes ist eine solche thermo-elektrische Spannungsreihe:

Wismut,	Kupfer,
Platin,	Eisen,
Kupfer,	Antimon.

Bei gleicher Temperaturdifferenz ist der elektrische Strom, welchen die Combination zweier Metalle liefert, um so stärker, je weiter sie in der thermo-elektrischen Spannungsreihe auseinanderstehen. So wird z. B. eine Combination von Wismut und Antimon einen stärkern Strom geben als eine solche von Wismut und Kupfer.

Zwei Stücke verschiedener Metalle bilden, wenn zusammengelöthet werden, ein thermo-elektrisches Element. So wie mehrere Volta'sche Elemente in einer Säule verbunden werden können, so können auch mehrere thermo-elektrische Elemente zu einer thermo-elektrischen Säule verbunden werden. Fig. 37 stellt eine aus 4 Wismut-Antimon-Elementen zusammengesetzte thermo-elektrische Säule dar. Die thermo-elektrische Thermosäule, deren äußere Ansicht Fig. 16, Taf. 3 darstellt, ist aus 15 in einer Verticalebene liegenden Thermo-Elementen zusammengesetzt. Die Thermosäule Fig. 59, Taf. 6, besteht aus 25 Wismut-Antimon-Elementen, welche zu einem quadratischen Bündel zusammengefaßt sind.

Wenn nun an einer thermo-elektrischen Säule die Löthstellen 1, 3, 5, 7 u. s. w. erwärmt werden, während die auf der andern Seite liegenden Löthstellen 2, 4, 6, 8 u. s. w. kalt bleiben, so entsteht ein Strom, welcher n mal stärker ist als der eines einzelnen Elements, wenn die Säule aus n Elementen gebildet ist.

Wir haben schon oben Seite 32 gesehen, wie sich aus Wismut-Antimon-Elementen gebildete Säulen zu Untersuchungen über strahlende Wärme benutzt werden.

Diese Säulen, welche dazu dienen, geringe Temperaturdifferenzen merklich zu machen, können nicht zur Erzeugung starker Ströme verwendet werden, weil sie bedeutender Erhitzung eine Schmelzung eintritt. Zur Erzeugung starker thermo-elektrischer Ströme muß man Metalle wählen, welche nicht so leicht schmelzen. Es stellt z. B. Fig. 38, Taf. 10, die Marrian'sche Thermosäule dar, welche aus Streifen von Neusilberblech und Stäben einer Legirung von Zink und Antimon gebildet ist. Die obern Verbindungsstellen werden durch Weingeist- oder Gasflammen erwärmt, während die untern in kaltes Wasser eingetaucht sind.

Die thermo-elektrischen Ströme bringen alle Wirkungen gewöhnlicher galvanischer Ströme nur in ungleich schwächerm Maße hervor.

VI. Inductionsströme.

Fig. 33, Taf. 7, stellt eine Magnetisirungsspirale dar, welche aus etwas dickem übersponnenem Kupferdraht gebildet ist, und welche in der Höhlung eine ähnlichen Spirale A steckt, die aus viel mehr Windungen eines weit dünnern übersponnenen Kupferdrahts gebildet ist.

Die Spirale B heißt die Haupt-, A heißt die Nebenspirale. Die Drahtenden a und b der Nebenspirale sind durch Leitungsdrähte mit den Drahtenden des entfernt aufgestellten Multiplicators M verbunden. Von dem einen Pole n eines Bunsen'schen Bechers führt ein Leitungsdraht zu dem Drahtende d der Hauptspirale, vom Pol p führt ein Draht zu einem Quecksilbernäpfchen. Sobald nun ein Draht, welcher an dem Drahtende c der Hauptspirale befestigt,

gleichfalls in das Quecksilbernäpfchen eingetaucht wird, bildet die Hauptspirale den Schließungsbogen des Bechers, es circulirt nun ein Strom in der Hauptspirale B.

In dem Moment, in welchem dieser Strom entsteht, wird auch ein Strom im Nebendraht A inducirt, wie man aus der Ablenkung der Nadel des Multiplicators M ersieht. Wenn aber der Hauptstrom in B geschlossen bleibt, so kehrt die Multiplicatornadel nach einigen Schwankungen wieder in ihre Gleichgewichtslage zurück, der continuirliche Strom der Hauptspirale bleibt also ohne Wirkung auf die Nebenspirale.

Zieht man nun, nachdem die Multiplicatornadel zur Ruhe gekommen ist, das von c kommende Drahtstück wieder aus dem Quecksilbernäpfchen heraus, um den Strom im Hauptdraht B zu unterbrechen, so erfolgt ein abermaliger Ausschlag der Multiplicatornadel, aber nach einer Richtung, welche der des ersten Ausschlags entgegengesetzt ist. Beim Schließen des Hauptstroms wird im Nebendraht ein entgegengesetzt gerichteter, beim Oeffnen (Unterbrechen) des Hauptstroms wird ein ihm gleichgerichteter Strom im Nebendraht inducirt.

Ist p mit c und n mit d durch hinlänglich lange Drähte verbunden, so kann man die durchströmte Hauptspirale nach Belieben in die Nebenspirale einschieben und sie nachher wieder herausziehen. Beim Einschieben der durchströmten Hauptspirale wird ein entgegengesetzt gerichteter, beim Herausziehen wird ein gleichgerichteter Strom im Nebendraht inducirt.

Das Einschieben und Ausziehen eines Magnetstabes in und aus der Spirale A, Fig. 34, wirkt wie das Einschieben und Ausziehen der durchströmten Hauptspirale B, Fig. 33.

Die Inductionsströme bringen die gleichen Wirkungen hervor, wie die galvanischen Ströme, besonders ausgezeichnet aber sind ihre physiologischen Wirkungen. Wenn man an dem Apparat, Fig. 33, den Multiplicator M entfernt und statt dessen in a und b metallene Handgriffe einsetzt, welche an metallenen Schnüren hängen, wie solche an dem Apparat Fig. 43, Taf. 7, angebracht sind, so wird man bei jeder Oeffnung und bei jeder Schließung des Hauptstroms einen Schlag fühlen, ähnlich dem Entladungsschlag einer Leydener Flasche, wenn man den einen Handgriff in die rechte, den andern in die linke Hand nimmt. Diese Schläge werden bedeutend verstärkt, wenn ein Bündel dünner Eisendrähte in die Höhlung der Hauptspirale eingeschoben wird. Uebrigens sind die Oeffnungsschläge heftiger als die Schließungsschläge.

Um Oeffnungs- und Schließungsschläge in rascher Aufeinanderfolge durch den Körper senden zu können, hat man verschiedene Unterbrechungsvorrichtungen construirt, welche zwischen dem Volta'schen Becher und der Hauptspirale eingeschaltet werden. Wenn das Unterbrechungsrad, Fig. 36, eingeschaltet ist, so erfolgt eine Unterbrechung und Wiederschließung des Hauptstroms, so oft beim Drehen des gezahnten Metallrades z die Metallfeder b von einem Zahn zum andern überspringt. Bei dem magnetischen Hammer, Fig. 37, erfolgt die Oeffnung und Schließung des Stroms bei c in folgender Weise: Wenn der Strom durch die Windungen des kleinen Elektromagnets hindurchgeht, so wird der Eisenkern magnetisch und zieht den eisernen Anker n herab, welcher auf einer Messingfeder befestigt ist; dadurch wird aber auch das Platinplättchen herabgezogen, auf welchem die Platinspitze c aufsitzt, und somit der Strom unterbrochen. Infolge davon verliert sich der Magnetismus, die Messingfeder schnellt wieder in die Höhe, und das Platinplättchen kommt wieder mit der Platinspitze in Berührung, der Strom ist geschlossen, und dasselbe Spiel beginnt von neuem.

Fig. 40, Taf. 10, stellt einen sogenannten Schlittenapparat dar, d. h. einen Inductionsapparat, bei welchem die Nebenspirale B nach Belieben mehr oder weniger über die Hauptspirale A geschoben werden kann, wodurch man es in der Gewalt hat, den Inductionsstrom stärker oder schwächer zu machen. Bei p und q werden die Handgriffe eingeschraubt, die Drähte x und y führen zum elektromotorischen Becher und dem Unterbrecher.

Die kräftigen Schläge, welche Inductionsapparate geben, beweisen, daß die Inductionsströme eine namhafte Spannung haben. Durch Vergrößerung der Dimensionen und sonstige zweckmäßige Arrangements hat man die Spannung der Inductionsapparate so verstärkt, daß sie Funken von namhafter Größe zu liefern im Stande sind, wie dies namentlich beim Ruhmkorff'schen Apparat, Fig. 41, der Fall ist. Die 25 Centimeter lange, aus 2 Millimeter dickem Kupferdraht gebildete Hauptspirale steckt in einer Nebenspirale von gleicher Länge, welche aus 100000 Meter Kupferdraht von $\frac{1}{4}$ Millimeter Dicke gebildet ist. Als Unterbrechungsvorrichtung dient ein eigenthümlich construirter magnetischer Hammer. Wenn von dem positiven Polende A der Inductionsspirale eine Drahtleitung zu der Metallspitze s führt, während die Metallplatte t mit dem negativen Pol B der Nebenspirale leitend verbunden ist, so schlagen zwischen s und t bei jeder Unterbrechung des Hauptstroms kräftige Funken auf eine Länge von $\frac{1}{4}$ Meter über, während der Schließungsstrom nicht Spannung genug hat, um den Zwischenraum zwischen s und t zu überspringen.

Mit einem großen Ruhmkorff'schen Apparate kann man Leydener Flaschen und Batterien sehr rasch laden, dicke Glasplatten durchschlagen u. s. w.

Sehr schöne Lichterscheinungen beobachtet man, wenn man die Funken des Ruhmkorff'schen Apparats durch luftverdünnte Räume gehen läßt, wozu sich die Geißler'schen Röhren besonders eignen. Es sind dies theilweise erweiterte Röhren, Fig. 38, Taf. 7, an deren Enden Platindrähte eingeschmolzen sind und welche nur noch ganz verdünnte Gase enthalten. Werden die beiden Platindrähte mit den Polen eines Ruhmkorff'schen Apparats verbunden, so erfüllt sich die Röhre mit einem rothen Lichtstrom, welcher vom positiven Platindraht ausgeht, während der negative Platindraht mit einem blauen Glimmlicht umhüllt erscheint.

Fig. 39, Taf. 7, stellt eine Geißler'sche Röhre dar, in welche von unten her ein Eisenstab hineinragt, der ringsum luftdicht von einem Glasrohr umgeben ist.

Der Platindraht a endet unten mit einem Metallplättchen n, der Platindraht d trägt einen um den Eisenstab herumgehenden Drahtring m. Werden a und d mit den Polen eines Inductionsapparats verbunden, so geht ein Lichtstrom von n nach m, welcher um den Eisenkern H rotirt, wenn man den Apparat auf den einen Pol eines Elektromagnets setzt und dadurch H magnetisch macht.

Wenn eine stromleitende Spirale nicht von einer zweiten umgeben ist, so wirken beim Schließen und Oeffnen des Stroms die einzelnen Windungen inducirend aufeinander. Im Moment der Schließung wird ein Strom inducirt, welcher dem entstehenden Hauptstrom entgegenwirkt, im Moment des Oeffnens aber ein dem verschwindenden Hauptstrom gleichgerichteter. Diese im stromleitenden Drahte selbst inducirten Ströme heißen Extraströme. Fig. 43, Taf. 7, erläutert das Arrangement eines Extrastrom-Apparats. In den Schließungsbogen des Volta'schen Bechers k ist eine Spirale s und ein Unterbrechungsrad u mit

Handgriffen eingeschaltet. Nimmt man den einen Handgriff in die rechte, den andern in die linke Hand, so bildet der menschliche Körper eine Nebenschließung des Bechers k. So oft nun durch Drehen des Rades u der Hauptstrom in der Spirale s unterbrochen wird, geht der Schlag des Extrastroms durch den Körper.

Um auf bequeme Weise mit den durch Magnete inducirten Strömen experimentiren zu können, hat man die magnet-elektrischen Rotationsmaschinen (auch Magneteleltrifirmaschinen genannt) construirt. Fig. 39, Taf. 10, stellt eine solche dar. Ein aus mehrern Lamellen zusammengesetzter Hufeisenmagnet liegt wagerecht; in der Mitte zwischen seinen beiden Schenkeln ist eine horizontale Rotationsaxe angebracht, auf deren vorderer Hälfte eine eiserne Platte befestigt ist, welche, gegen die Magnetpole gekehrt, zwei Cylinder von weichem Eisen trägt, auf denen die Inductionsspiralen R aufgesteckt sind.

Wenn nun die besprochene Axe mit jener Eisenplatte, ihren Eisenkernen und Inductionsspiralen in Rotation versetzt wird, so werden die Eisenkerne bald dem einen, bald dem andern Pole des Hufeisenmagnets genähert, und dadurch werden in den Inductionsspiralen Ströme inducirt, deren Richtung bei jeder halben Umdrehung einmal wechselt. Die in den Spiralen abwechselnd nach der einen und andern Richtung gehenden Ströme werden nun durch einen hier nicht näher zu beschreibenden Commutator stets in gleicher Richtung durch den Körper gesendet, welcher in den Schließungsbogen des Apparats eingeschaltet ist. Faßt man z. B. mit den beiden Händen die in unserer Figur dargestellten Handgriffe, so erhält man kräftige Schläge. — Der Strom der Magnetelektrisirmaschine bringt chemische und thermische Effecte hervor, wie die gewöhnlichen galvanischen Ströme.

Auch der Erdmagnetismus inducirt elektrische Ströme in Spiralen, welche um eine feste Axe umgedreht werden, und zwar am stärksten, wenn die Umdrehungsaxe des Erdinductors, Fig. 43, Taf. 10, rechtwinkelig auf dem magnetischen Meridian steht. Die in der rotirenden Spirale MN durch den Erdmagnetismus inducirten Ströme werden mittels eines Commutators stets in gleicher Richtung durch einen Multiplicator gesendet, dessen Ablenkung ein Maß für die Stärke der inducirten Ströme ist.

Wenn ein Magnet in der Nähe eines guten Leiters oder ein Leiter in der Nähe kräftiger Magnetpole bewegt wird, so werden in dem Leiter Ströme inducirt, welche der sie hervorrufenden Bewegung hemmend entgegenwirken. Auf das obere Ende der Spiralen des Elektromagnets, Fig. 24, Taf. 10, wird ein Bret A, Fig. 44, Taf. 10, aufgeschoben, welches zwei runde Löcher enthält, aus welchen die beiden Eisenkerne noch etwas vorragen. Auf jeden der Eisenkerne wird dann ein Halbanker aufgesetzt, wie ihn die Figur zeigt. Auf die Mitte des Bretes A wird sodann der Träger, Fig. 40, Taf. 7, aufgeschraubt, an welchem von einem Faden getragen ein massiver Kupferwürfel so hängt, daß er sich gerade zwischen den Polspitzen N und S', Fig. 44, Taf. 10, befindet. Während nun der Strom des Elektromagnets nicht geschlossen, also der Magnetismus der Eisenkerne nicht erregt ist, wird der Faden, an welchem der Würfel hängt, stark tordirt und dann losgelassen. Der Faden dreht sich nun wieder auf und der Würfel geräth in rasche Rotation, welche aber sogleich aufhört, wenn der Strom geschlossen wird, welcher die Spiralen durchlaufend den Elektromagnet in Thätigkeit setzt.

Fig. 42, Taf. 10, zeigt einen Magnetstab, welcher an einem Bündel ungedrehter Seidenfäden aufgehängt und von einem in sich geschlossenen Kupferbügel umgeben ist. Wenn nun der Magnetstab durch irgendeine Ursache in Schwingungen versetzt wird, so nehmen dieselben viel rascher ab, der Magnet kommt viel rascher zur Ruhe, als wenn der Kupferbügel fehlte, weil der bewegte Magnetstab in dem Bügel Ströme inducirt, welche seinen Oscillationen hemmend entgegenwirken. Eine solche Dämpfung ist z. B. auch an dem transportabeln Magnetometer Fig. 24, Taf. 8, angebracht, indem der Multiplicatordraht auf einem massiven Rahmen von Kupfer aufgewunden ist.

VII. Diamagnetismus.

Wenn man ein von einem Faden getragenes Stäbchen, Fig. 45, Taf. 10, irgendeiner Substanz zwischen den Polen N und S', Fig. 44, eines großen Elektromagnets aufhängt, so wird es irgendeine durch den Faden bedingte Gleichgewichtslage annehmen, solange der Elektromagnet noch nicht in Thätigkeit gesetzt ist. Wird aber der Elektromagnet erregt, so stellt sich das Stäbchen entweder in die Verbindungslinie der beiden Pole, oder rechtwinkelig zu derselben, Fig. 41, Taf. 7. Ersteres wird die axiale, letzteres wird die äquatoriale Einstellung genannt. Die axial sich einstellenden Substanzen sind die magnetischen, die äquatorial sich einstellenden nennt man diamagnetisch.

Die magnetischen Körper werden von den Magnetpolen angezogen, die diamagnetischen werden abgestoßen.

Außer dem Eisen ergeben sich bei dieser Prüfung, wenn auch bedeutend weniger intensiv, als magnetisch die Metalle Kobalt und Nickel, und noch weit schwächer als diese Mangan, Platin und Palladium. Fast alle übrigen Körper sind diamagnetisch; besonders stark ist der Diamagnetismus des Wismuts.

Zu Versuchen über Diamagnetismus ist auch die in Fig. 42, Taf. 7, dargestellte Form des Elektromagnets sehr geeignet.

Um Flüssigkeiten auf ihr magnetisches oder diamagnetisches Verhalten zu prüfen, setzt man sie in Uhrgläsern auf die mehr oder weniger genäherten Halbanker, Fig. 44 oder 45, Taf. 7. Ist die Flüssigkeit magnetisch, wie z. B. eine Lösung von Eisenchlorid, so erhebt sie sich zu einem oder zu zwei Hügeln über den Polen der Halbanker, je nachdem diese Pole mehr (Fig. 44) oder weniger (Fig. 45) einander genähert sind. Für diamagnetische Flüssigkeiten, z. B. für Schwefelkohlenstoff, bilden sich Thäler an der Stelle, wo für magnetische Flüssigkeiten Hügel aufsteigen.

Zum Schluß haben wir noch die Wirkung kräftiger Elektromagnete auf durchsichtige Körper zu betrachten. Die Axen des Elektromagnets, Fig. 42, sind durchbohrt, und bei a sowol wie bei b ist ein Nicol'sches Prisma eingesetzt. Zwischen den einander zugekehrten Polen der durchbohrten Eisenkerne ist ein durchsichtiges Stäbchen c, etwa ein Prisma von schwerem Glase (kiesel-borsaures Bleioxyd) eingesetzt. Wenn die Nicols gekreuzt sind, so erscheint, wenn man von a aus durch den Apparat hindurch nach der Lampenflamme schaut, das Gesichtsfeld dunkel, solange der Elektromagnet nicht erregt ist; sobald er aber in Thätigkeit gesetzt wird, erblickt man die Flamme, und man muß das Nicol a um einen bestimmten Winkel nach rechts oder nach links drehen, um das Gesichtsfeld wieder dunkel zu machen.

Durch den Einfluß kräftiger Magnetpole wird also in durchsichtigen diamagnetischen Stoffen die Erscheinung der Circularpolarisation hervorgerufen.

Astronomie.

Bearbeitet

von

Dr. Karl Bruhns,
Professor an der Universität, Director der Sternwarte zu Leipzig.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

I. Die sphärische Astronomie. (Tafel 1, 2, 3.)

1. Die Eintheilung der Himmelssphäre . . . 3
2. Die Fixsterne 4
   a) Eintheilung in Constellationen, Namen derselben und einiger der Hauptsterne . 4
   b) Eintheilung in Größenklassen. Zahl der Fixsterne in jeder Größenklasse, Sternkataloge, Sternkarten 6
   c) Die Veränderungen des Sternhimmels durch die Präcession, Nutation und Aberration 8
   d) Veränderliche Sterne 12
   e) Neu erschienene Sterne 14
   f) Die Milchstraße 15
   g) Sternhaufen und Nebelflecke 15
   h) Die Doppelsterne 19
   i) Die Eigenbewegungen der Fixsterne . . 22
   k) Ueber die Entfernungen der Fixsterne . 24
   l) Die Durchmesser und physische Beschaffenheit der Fixsterne 24

Seite

II. Die theorische Astronomie. (Tafel 4, 5, 6, 7, 11, 12.)

1. Einleitung. Erklärungen 25
2. Das Sonnensystem 27
   a) Die Sonne 27
   b) Die Planeten 28
   c) Die Satelliten oder Monde 35
   d) Die Kometen 38
   e) Die Sternschnuppen, Meteorschwärme, Feuerkugeln 46

III. Die physische Astronomie 47

IV. Die praktische Astronomie. (Tafel 8, 9, 10.)

   a) Instrumente in alten Zeiten 49
   b) Erfindungen zur Verbesserung der Instrumente, Uhren 50
   c) Passageninstrument, Meridiankreis, Azimuthal- und Höheninstrumente 51
   d) Teleskope, Refractoren, Aequatoreale . . 53
   e) Heliometer. Sonstige Apparate und Instrumente auf Sternwarten 55
   f) Sternwarten 56

Einleitung.

Das Alter der Astronomie läßt sich mit Bestimmtheit nicht angeben; dasselbe ist sehr groß, da der gestirnte Himmel von Anfang an das Interesse der Menschheit erregte und der scheinbare Lauf der Sonne und der Gestirne sehr bald zu Beobachtungen Anlaß gab. Die stattfindenden Erscheinungen an der Himmelssphäre genauer kennen zu lernen, war sicher einer der ersten Wünsche, wonach der menschliche Geist strebte, und der Theil der Astronomie, welcher die Orte der Gestirne an der Himmelssphäre kennen lehrt und unter dem Namen der sphärischen Astronomie bekannt ist, wol der älteste Theil der Himmelskunde.

Als man außer der allgemeinen täglichen Bewegung der Gestirne am Himmel auch noch andere Bewegungen einzelner Sterne wahrnahm, gelangte man zu der Unterscheidung zwischen Fixsternen und Wandelsternen, und die Ergründung der Bahnen und des Laufs der letztern ist die Aufgabe, welche ein anderer Theil der Astronomie, die theorische, sich stellt.

In neuerer Zeit führte man alle Bewegungen am Himmel zurück auf die Wirkung von Kräften, die durch den ganzen Himmelsraum einem einzigen Gesetze folgen. Aus dem Gravitationsgesetze leitete man die Theorie der Bewegung her und nennt den Theil der Astronomie, dem diese Aufgabe gestellt ist, die physische Astronomie.

In der Mathematik heißt die Lehre von den Kräften die Mechanik, und da die physische Astronomie sich mit den Kräften beschäftigt, welche die Ursache der Bewegung der Himmelskörper sind, wird dieser Theil auch öfter die Mechanik des Himmels genannt.

Eine andere Eintheilung der Astronomie ist die in theoretische und praktische. Wenn man diese Eintheilung wählt, so gehört in die theoretische Astronomie vollständig die physische und theorische und ein großer Theil der sphärischen; jedoch ist derjenige Theil der sphärischen Astronomie, welcher das Beobachten lehrt und die Hülfsmittel zum Beobachten, sowie deren Theorie und Anwendung behandelt, die eigentliche praktische Astronomie.

Für einen kurzen Ueberblick über das ganze Gebiet der Astronomie wird es am vortheilhaftesten sein, einen Theil der sphärischen Astronomie, dann die theorische Astronomie, die physische Astronomie und schließlich die Theorie der astronomischen Instrumente nacheinander zu betrachten. In die sphärische Astronomie nehmen wir die Astrognosie und das Wissenswerthe von den Fixsternen, in die theorische die Topographie und Uebersicht des Sonnensystems hinein.

I. Die sphärische Astronomie.

1. Die Eintheilung der Himmelssphäre.

Das Himmelsgewölbe erscheint uns als eine hohle Halbkugel, deren Radius nach unserm Scheitelpunkte in uns kleiner erscheint als nach den Seiten. Eine andere gleiche Halbkugel befindet sich unter uns, und derjenige größte Kreis, welcher, wenn wir eine freie Rundsicht haben, unsern Gesichtskreis begrenzt, der also die uns sichtbare Halbkugel von der uns unsichtbaren trennt, wird der Horizont genannt. Der höchste Punkt des Himmels über uns heißt Scheitelpunkt oder Zenith, und da wir alle Kreisbogen am Himmel, wie überhaupt jeden Kreis, in 360 Grade eintheilen, so ist der Zenith von dem Horizont überall um einen Vierteltkreis oder 90° entfernt. Eine Ebene, die wir uns durch den größten Kreis des Horizonts gelegt denken, wird, abgesehen von kleinen später zu besprechenden Correctionen, durch unser Auge gehen und heißt die Fundamentalebene des Horizonts. Die Richtung nach dem Zenith steht senkrecht auf dieser Ebene und der Zenithpunkt ist daher der Pol des Horizonts. Verlängern wir die Richtung nach dem Zenith entgegengesetzt, so treffen wir auf einen Punkt, der genau unter uns liegt und Fußpunkt oder Nadir genannt wird; es ist dies der zweite Pol des Horizonts.

Die ganze Himmelskugel dreht sich scheinbar in 24 Stunden um eine Achse, deren Endpunkte die Welt- oder Himmelspole heißen. Der uns sichtbare Pol heißt der Nordpol, der andere, uns unsichtbare, der Südpol. Alle Sterne beschreiben Kreise, deren Mittelpunkte in der vom Nordpol zum Südpol gehenden Weltachse liegen und deren Durchmesser um so größer, je weiter die Sterne von beiden Polen entfernt stehen. Derjenige Kreis, welcher von beiden Polen gleichweit um einen Vierteltkreis absteht, ist ein größter Kreis und heißt der Aequator, während die andern von den Sternen zwischen Pol und Aequator beschriebenen Kreise kleinere Kreise sind und Parallelkreise genannt werden.

Verfolgt man den Lauf unsers Tagesgestirns, der Sonne, so findet man sehr bald, daß dieselbe von Tag zu Tag unter den Sternen einen andern Ort einnimmt und erst nach einem langen Zeitraume, einem Jahre, zu demselben Orte am Himmel zurückkehrt. Die scheinbare Bahn der Sonne ist ebenfalls ein größter Kreis und heißt die Ekliptik; diejenigen Punkte des Himmels, welche von derselben nach Norden und Süden um 90° abstehen, sind die Pole der Ekliptik.

Die Ebenen, welche durch den größten Kreis des Aequators und der Ekliptik gelegt werden können, sind mit der Ebene des Horizontes die drei Fundamentalebenen der Astronomie, auf welche alle Beobachtungen der Orte im Weltraume bezogen werden, und diejenigen Daten, welche nöthig sind, um die Lage eines Punktes im Raume anzugeben, heißen die Coordinaten dieses Punktes.

Verfolgt man den Lauf der Sonne und der Gestirne überhaupt, so sieht man dieselben an einem bestimmten Punkte des Horizonts sichtbar werden, aufgehen, sich immer mehr und mehr über den Horizont erheben, einen höchsten Punkt, Culminationspunkt, einnehmen, von da an niedersteigen, um an einem andern Punkte des Horizonts zu verschwinden, unterzugehen. Ein aufmerksamer Beobachter wird leicht finden, daß die Culminationspunkte verschiedener Sterne alle in einem größten Kreise liegen, der verlängert das Zenith trifft und auch durch den Weltpol gehen muß. Dieser größte

Kreis schneidet an zwei Punkten den Horizont und heißt der Meridian, und der im Horizont dem Nordpol zunächst liegende Punkt wird der Nordpunkt, der an der entgegengesetzten Seite liegende Südpunkt genannt. Zwei Punkte im Horizont, die genau 90° vom Nordpunkt und Südpunkt entfernt liegen, heißen, derjenige, der dem Aufgange der Sonne am nächsten liegt, der Ostpunkt, der, welcher dem Untergange der Sonne am nächsten liegt, der Westpunkt, und Nord, Ost, Süd, West sind die vier Cardinalpunkte des Horizonts.

Wenn man den Ort eines Sterns in Bezug auf den Horizont bestimmen will, denke man sich vom Zenith aus durch den Stern gehend senkrecht auf den Horizont das Bogenstück eines Viertelkreises gezogen, alsdann heißt das Stück vom Zenith bis zum Stern die Zenithdistanz, der Bogen vom Stern bis zum Horizont die Höhe und unmittelbar folgt, daß:

$$\text{Zenithdistanz} + \text{Höhe} = 90^\circ \text{ sind.}$$

Der Winkel, welcher zwischen diesem Höhenkreise und dem Meridian am Zenith gebildet und der gleich ist dem Bogen am Horizont zwischen dem Südpunkt und dem Durchschnittspunkt des Höhenkreises mit dem Horizont, heißt das Azimuth des Sterns. Man unterscheidet, wenn der Winkel von Süd aus nach West liegt, das westliche Azimuth, wenn er nach Osten liegt, das östliche Azimuth, oder man zählt das Azimuth von Süd durch West, Nord nach Ost und Süd bis 360°. Durch Angabe der Höhe und des Azimuths ist die Richtung, in der ein Stern steht, vollständig gegeben, und Höhe und Azimuth sind die Polarcoordinaten des Sterns in Bezug auf den Horizont.

Um für den Aequator die Coordinaten eines Sterns anzugeben, denke man sich vom Nordpol oder Südpol durch den Stern auf den Aequator einen größten Kreis gezogen; man nennt alsdann die Entfernung vom Pol bis zum Stern die Poldistanz, das Bogenstück vom Stern bis zum Aequator die Declination, und wiederum ist leicht ersichtlich, daß

$$\text{Poldistanz} + \text{Declination} = 90^\circ \text{ sind.}$$

Ist der Stern nördlich vom Aequator, hat der Stern nördliche Declination, ist er südlich vom Aequator, südliche Declination. Die Poldistanz wird aber immer vom Nordpol an bis zu 180° gerechnet.

Der Winkel, welchen der vom Pol durch den Stern auf den Aequator senkrecht gezogene Kreisbogen mit dem größten Kreise des Meridians, und zwar am Pole, macht, oder der Bogen, welcher auch auf dem Aequator zwischen den beiden Durchschnittspunkten beider größten Kreise mit dem Aequator entsteht, heißt der Stundenwinkel. Wieder unterscheidet man, je nachdem der Stern östlich oder westlich vom Meridian steht, den östlichen oder westlichen Stundenwinkel, oder man rechnet den Stundenwinkel von Süd durch West, Nord, Ost nach Süd bis zu 360 Graden oder 24 Stunden, sodaß auf jede Stunde 15 Grade gehen.

Die Sonne durchschneidet auf ihrer scheinbaren Bahn im Jahre zweimal den Aequator, und wenn sie in diesen Punkten sich befindet, haben wir den Anfang des astronomischen Frühjahrs oder Herbstes. Infolge dessen heißen diese Punkte Frühlings- und Herbstanfangspunkt, und Aequator und Ekliptik haben beide Punkte gemeinsam. Um nun einen Uebergang vom Aequator zur Ekliptik zu haben, zählt man auch auf dem Aequator das Bogenstück von dem Frühlingsanfangspunkt bis zu dem Durchschnittspunkt, in welchem der durch den Stern gelegte Stundenkreis den Aequator schneidet, und nennt dies Bogenstück die gerade Aufsteigung oder Rectascension des Sterns. In Bezug auf den Aequator sind daher Declination und Rectascension die Polarcoordinaten, und wenn beide gegeben, ist die Richtung des Sterns vollständig bekannt.

Nimmt man endlich die Ekliptik als Fundamentalebene und zieht vom Pol der Ekliptik durch den Stern auf die Ekliptik senkrecht das Bogenstück eines größten Kreises, so heißt der Bogen vom Stern bis zur Ekliptik die Breite und zwar die nördliche, wenn der Stern nördlich von der Ekliptik, die südliche, wenn der Stern südlich von der Ekliptik steht. Der Winkel am Pol der Ekliptik, welchen der durch den Stern gezogene Kreisbogen mit dem Kreisbogen nach dem Frühlingspunkt bildet, oder der Bogen auf der Ekliptik vom Frühlingspunkt bis zum Durchschnittspunkt des vom Pol durch den Stern gezogenen Kreisbogens, ist die Länge des Sterns, und Länge und Breite sind die Polarcoordinaten des Sterns in Bezug auf die Ekliptik. Die sphärische Astronomie hat die Aufgabe, die Richtungen oder die ebengenannten Polarcoordinaten in Bezug auf irgendeine Fundamentalebenen zu bestimmen.

Die besprochenen Fundamentalebenen und ihre begrenzenden größten Kreise nebst den Cardinalpunkten sind Taf. 11, Fig. 1 dargestellt. Der größte Kreis NWSO stellt den Horizont dar, der Punkt S den Südpunkt, O den Ostpunkt, N den Nordpunkt, W den Westpunkt, Z ist der Zenithpunkt über dem Horizont, Z' der Nadirpunkt. Der größte Kreis A ♈ B ♎ A stellt den Aequator dar, welcher den Horizont in Ost und West schneidet und auf welchem ♈ den Anfangspunkt der Zählung für die Rectascension bedeutet. P und P' sind der Nordpol und der Südpol für den Aequator, das Bogenstück SA ist die größte Höhe des Aequators über dem Horizont und ein Stück des Meridians SAZN'S. Endlich stellt der größte Kreis EFDG die Ekliptik dar, welche den Horizont in G und F, den Aequator in ♈ und ♎ schneidet.

Durch ähnliche Kreise, wie den Himmel, hat man sich die Erde, deren Gestalt wir vorläufig als kugelförmig annehmen, eingetheilt. Die die Weltpole miteinander verbindende Achse geht durch unsere Erde, deren Durchschnittspunkte an der Oberfläche der Nordpol und der Südpol genannt werden. Der größte Kreis, welcher genau unter dem Himmelsäquator liegt, heißt auf der Erde der Erdäquator, und senkrechte auf den Aequator gezogene größte Kreise, die durch die Pole gehen, werden Meridiane genannt. Das Bogenstück des Meridians von einem Orte auf der Oberfläche der Erde bis zum Aequator heißt die geographische Breite, und der Winkel, den der Meridian mit einem andern Meridian bildet, welchen man als den ersten annimmt, heißt die geographische Länge des Ortes von diesem ersten Meridian an gerechnet. Erwähnt sei gleich, daß die Deutschen als ersten Meridian den von Berlin, die Franzosen den von Paris, die Engländer den von Greenwich nehmen, während die Geographen bei Ausmessung Planiglob, um die Erdkugel darzustellen, einen Meridian 20° westlich von Paris annehmen, der nahe bei der Insel Ferro geht und als Meridian von Ferro bezeichnet wird. Eine besondere Hauptaufgabe der sphärischen Astronomie ist auch Ermittelung der Länge und Breite der Orte auf der Erde, d. h. die geographische Ortsbestimmung.

2. Die Fixsterne.

a) Eintheilung in Constellationen, Namen derselben und einiger der Hauptsterne.

Kehren wir zu den Himmelserscheinungen zurück und betrachten in einer heitern Nacht den Himmel, so wird man von den uns sichtbaren Sternen sehr bald einige unterscheiden, die ihren Ort gegeneinander scheinbar

leibehalten, und solche, die ihren Ort unter den Fixsternen auffallend verändern, erstere werden Fixsterne, diese Wandelsterne genannt. Unter den Wandelsternen unterscheidet man erstens Planeten im engern Sinne, zu welchen auch unsere Erde gehört und die sich um die Sonne bewegen, zweitens Nebenplaneten oder Monde, welche theils um die Erde, theils um andere Planeten Bahnen beschreiben, drittens Kometen, die sich ebenfalls um die Sonne bewegen, sich aber durch ihre Bahnen und ihr Aussehen wesentlich von den Planeten unterscheiden, und endlich viertens gehören auch die Meteore, Sternschnuppen und Feuerkugeln in dieses Gebiet.

Die Fixsterne sind von sehr verschiedener Helligkeit, und die hellsten unter ihnen, deren Zahl nicht groß ist, werden Sterne 1. Größe genannt, während eine größere Anzahl schwächerer zur 2. Größe gerechnet wird, noch schwächere zur 3. Größe gehören und diejenigen, welche man eben noch mit bloßem Auge sehen kann, zur 6. Größe gezählt werden. Das unbewaffnete Auge kann nach diesem alten Brauche nicht mehr als sechs Größenklassen unterscheiden, je stärker jedoch das Fernrohr, mit dem man den Himmel beobachtet, desto schwächere Sterne sieht man und um so höher ist die Größenklasse.

Gehen wir zunächst zur Gruppirung der Fixsterne untereinander über, so haben wir eine Eintheilung des gestirnten Himmels in Gruppen oder Constellationen schon von den Alten überliefert erhalten. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist festgestellt, daß das Alter der Sternbilder nicht über das 15. Jahrhundert v. Chr. hinausreicht und Chiron, der etwa 1400 v. Chr. lebte, also kurz vor dem Argonautenzuge, soll zuerst Constellationen eingeführt haben.

Im Buche Hiob werden der Orion, die Plejaden und die Hyaden erwähnt, doch ist die Uebersetzung der ursprünglichen hebräischen Namen zweifelhaft und nur so viel geht hervor, daß zu jener Zeit schon einzelne Sterngruppen am Himmel benannt waren. Homer nennt in der Iliade und Odyssee den Bären, den Orion, die Hyaden, die Plejaden und den Bootes; Hesiod hat noch den Arktur und den Sirius.

Ein Gürtel von Sterngruppen, welche in der Nähe der scheinbaren Sonnenbahn, der Mondbahn oder der Bahnen der hellern Planeten sich befindet, wird der Zodiakus oder Thierkreis genannt, weil die Constellationen bis auf einige wenige nach Thieren benannt sind. Derselbe zählt 12 Sternbilder. Nördlich vom Thierkreis führt der größte Astronom des Alterthums, Ptolemäus, noch 21 Sternbilder auf, südlich vom Thierkreis noch 15. Zu diesen 48 Sternbildern sind im Mittelalter und in neuerer Zeit noch 60 hinzugekommen, sodaß wir gegenwärtig im ganzen 108 Sternbilder zählen, von welchen einige aber so unmotivirt gewählt sind benannt sind, daß manche Astronomen sie nicht anerkennen. Mehrfach ist sogar vorgeschlagen, die Sternbilder ganz abzuschaffen, doch hat dieser Vorschlag nicht viel Beifall gefunden. Ebenso ist die Einführung anderer Namen für die Sternbilder, christlicher Namen z. B. durch einen gewissen Schiller im 17. Jahrhundert, heraldischer Namen durch den frühern Professor Ehrhard Weigel (gest. 1699) in Jena, längst der Vergessenheit anheimgefallen und der Geschichte gehören auch die von den Arabern angenommenen Namen der Sternbilder, die jedoch nur aus dem Griechischen den arabischen Sitten und Gebräuchen angepaßt waren, an. Die alten aus überlieferten Constellationen, deren Namen wie die alten vom Zahn der Zeit fast vernichteten Ruinen zu uns reden, die uns die Mythologie, die Kenntnisse, die Ideen, die Thaten, die Schicksale, die Geschichte, die Helden und Heroen, ja selbst die Irrthümer und den Aberglauben des Alterthums vergegenwärtigen, sind die folgenden im „Almagest" verzeichneten.

Die 48 Sternbilder des Ptolemäus (in deutscher und lateinischer Bezeichnung):

a) die nördlichen:

1) Der kleine Bär, Ursa minor.
2) Der große Bär, Ursa major.
4) Der Drache, Draco.
4) Cepheus, Cepheus.
5) Der Bootes, Bootes.
6) Die nördliche Krone, Corona borealis.
7) Der Hercules, Hercules.
8) Die Leier, Lyra.
9) Der Schwan, Cygnus.
10) Die Cassiopeia, Cassiopeja.
11) Der Perseus, Perseus.
12) Der Fuhrmann, Auriga.
13) Der Schlangenträger, Ophiuchus.
14) Die Schlange, Serpens.
15) Der Pfeil, Sagitta.
16) Der Adler, Aquila.
17) Der Delphin, Delphinus.
18) Das kleine Pferd, Equuleus.
19) Der Pegasus, Pegasus.
20) Die Andromeda, Andromeda.
21) Der Triangel, Triangulum.

b) Die Sternbilder des Thierkreises:

1) Der Widder, Aries.
2) Der Stier, Taurus.
3) Die Zwillinge, Gemini.
4) Der Krebs, Cancer.
5) Der Löwe, Leo.
6) Die Jungfrau, Virgo.
7) Die Wage, Libra.
8) Der Skorpion, Scorpio.
9) Der Schütze, Sagittarius.
10) Der Steinbock, Capricornus.
11) Der Wassermann, Aquarius.
12) Die Fische, Pisces.

c) Die südlichen:

1) Der Walfisch, Cetus.
2) Der Orion, Orion.
3) Der Eridanus, Eridanus.
4) Der Hase, Lepus.
5) Der große Hund, Canis major.
6) Der kleine Hund, Canis minor.
7) Das Schiff Argo, Argus
8) Die Wasserschlange, Hydra.
9) Der Becher, Crater.
10) Der Rabe, Corvus.
11) Der Centaur, Centaur.
12) Der Wolf, Lupus
13) Der Altar, Ara.
14) Die südliche Krone, Corona australis
15) Der südliche Fisch, Piscis australnus.

Ueber die Entstehung dieser Sternnamen sind eine große Anzahl von Mythen vorhanden, und fast die ganze griechische Mythologie würde erzählt werden müssen, wenn man auf den Ursprung der Namen zurückgehen wollte.

Zu diesen 48 Sternbildern sind nach und nach in chronologischer Reihenfolge hinzugekommen die folgenden:

1) Das Haupthaar der Berenice, Coma Berenicis.
2) Der Antinous, Antinous.
3) Der Phönix, Phoenix.
4) Der Toucan, Tucan.
5) Die kleine Wasserschlange, Hydrus.
6) Die Taube, Columba.
7) Der Schwertfisch, Dorado.

8) Der fliegende Fisch, Piscis volans.
9) Das Kreuz, Crux.
10) Das Chamäleon, Chamaeleon.
11) Die Biene, Apis.
12) Der südliche Triangel, Triangulum australe.
13) Der Paradiesvogel, Avis Indica.
14) Der Pfau, Pavo.
15) Der Indianer, Indus.
16) Der Kranich oder Flamingo, Grus.
17) Das Kamelopard, Camelopardalus.
18) Die Fliege, Musca.
19) Das Einhorn, Monoceros.
20) Die Karlseiche, Robur Caroli II.
21) Das Herz Karl's II., Cor Caroli II.
22) Die Jagdhunde, Canes Venatici.
23) Der Berg Mänalus, Mons Maenalus.
24) Der Cerberus, Cerberus.
25) Der Fuchs, Vulpecula.
26) Die Eidechse, Lacerta.
27) Das Sobiesky'sche Schild, Scutum Sobiesci.
28) Der Luchs, Lynx.
29) Der kleine Löwe, Leo minor.
30) Der kleine Triangel, Triangulum minus.
31) Der Sextant, Sextans.
32) Die Bildhauerwerkstatt, Apparatus sculptoris.
33) Der chemische Ofen, Apparatus chemicus.
34) Die Pendeluhr, Horologium Pendulum.
35) Das Rhomboidische Netz, Reticulus rhomboidalis.
36) Der Grabstichel, Caela sculptoris.
37) Die Malerstaffelei, Pluteum Pictoris.
38) Der Schiffskompaß, Pyxis nautica.
39) Die Luftpumpe, Antlia.
40) Der Octant, Octans.
41) Der Cirkel, Circinus.
42) Das Winkelmaß und Lineal, Norma et Regula.
43) Das Fernrohr, Tubus astronomicus.
44) Das Mikroskop, Microscopium.
45) Der Tafelberg, Mons mensae.
46) Das Renthier, Rangifer.
47) Das Brandenburgische Scepter, Sceptrum Brandenburgicum.
48) Der Poniatowski'sche Stier, Taurus Poniatovii.
49) Die Friedrichsehre, Honores Friderici.
50) Der Erntehüter, Custos messium.
51) Der Einsiedler, Turdus solitarius.
52) Der Mauerquadrant, Quadrans muralis.
53) Die Georgsharfe, Harpa Georgii.
54) Herschel's Teleskop, Telescopium Herschelii.
55) Der Luftballon, Globus aerostaticus.
56) Die Buchdruckerwerkstatt, Officina typographica.
57) Die Elektrisirmaschine, Machina electrica.
58) Die Katze, Felis.
59) Die große Wolke, Nubecula major.
60) Die kleine Wolke, Nubecula minor.

Die ersten 2 Sternbilder stammen noch aus dem Alterthum her, die nächsten 14 sollen berühmte Seefahrer, z. B. Amerigo Vespucci, Andreas Corsalis und Petro de Medina eingeführt haben. Jakob Bartsch (der Schwiegersohn von Kepler) hat 7 neue Sternbilder, Halley die Sternbilder Nr. 20 und 21, Hevel Nr. 22—31, Lacaille Nr. 32—45, Lemonnier Nr. 46 und 51, Kirch Nr. 47, Porzobut Nr. 48, Bode Nr. 49, 56 und 57, Lalande Nr. 50, 52 und 58 eingeführt. Mehrere dieser Sternbilder sind jedoch in unsern Karten (Taf. 1 und 2) nicht aufgenommen, überhaupt sind der Deutlichkeit wegen daselbst nur die Grenzen der Sternbilder angegeben und die Bilder, welche man dafür hat, sind fortgelassen.

Auch einzelnen Sternen, besonders den hellern, hat man Namen gegeben, welche theils aus dem Griechischen und Lateinischen, zumeist aber aus dem Arabischen entnommen sind. Nur wenige von diesen Namen werden noch gebraucht, vielmehr haben für die hauptsächlichsten Fixsterne die Astronomen allgemein die Sternbezeichnungen angenommen, welche der augsburger Rechtsanwalt und Astronom Johann Bayer in seiner im Jahr 1603 zu Wien erschienenen „Uranometria" angab. Die Sterne in jedem Sternbilde bezeichnete er fast durchgängig der Helligkeit folgend mit den griechischen Buchstaben α, β, γ, δ, ε u. s. w., wozu, wenn das griechische Alphabet erschöpft war, noch einige lateinische Buchstaben gekommen sind. Einzelne Sterne sind auch noch mit Zahlen bezeichnet, die sie durch die Reihenfolge in den Beobachtungskatalogen erhielten. So nannte Bayer z. B. den hellsten Stern im Fuhrmann α, den nächsthellen β, im Löwen den hellsten α, den nächsthellen β u. s. w.

Die bisjetzt noch öfter gebrauchten Namen für die hellern Sterne meistens 1. Größe sind die folgenden:

α Eridani = Achernar	α Canis minoris = Procyon
β Persei = Algol	β Geminorum = Pollux
α Tauri = Aldebaran	α Leonis = Regulus
α Aurigae = Capella	α Virginis = Spica
β Orionis = Rigel	α Bootis = Arktur
γ » = Bellatrix	α Coronae = Gemma
α » = Beteigeuze	α Scorpii = Antares
α Argus = Canopus	α Lyrae = Wega
α Canis majoris = Sirius	α Aquilae = Atair
α Geminorum = Castor	α Cygni = Deneb
α Piscis austrini = Fomalhaut.	

b) Eintheilung in Größenklassen, Zahl der Fixsterne in jeder Größenklasse, Sternkataloge, Sternkarten.

Die schon erwähnte Eintheilung der Sterne in Größenklassen muß man sich nicht so denken, daß alle Sterne 1. Größe gleich hell, dann die Sterne 2. Größe untereinander wieder gleich hell, aber schwächer wie die Sterne 1. Größe sind u. s. w. Die Sterne 1. Größe untereinander sind an Helligkeit sehr verschieden und der Uebergang zu den Sternen 2. Größe ist ein zwar allmählicher, ebenso der Uebergang zu der 3. Größe. Wenn man daher verschiedene Astronomen über die Anzahl der Sterne 1., 2., 3. u. s. w. Größe fragt, so wird man nicht genau dieselben Zahlen erhalten, sondern der eine zählt diesen, der andere jenen Stern zu einer Größenklasse, welche ein anderer zu einer höhern oder schwächern rechnet; jedoch hat man sich ziemlich geeinigt und auch durch besondere Instrumente, Photometer, die Helligkeitsverhältnisse der Sterne 1., 2., 2. zur 3. Größe u. s. w. bestimmt. Im Durchschnitt nimmt man an, daß ein Stern 1. Größe $2^1/_2$ mal so viel Licht als ein Stern 2., dieser wieder $2^1/_2$ mal so viel Licht als ein Stern 3. Größe u. s. w. hat, sodaß ein Stern 6. Größe circa 100 mal an Helligkeit geringer ist, als ein Stern 1. Größe. Doch wird diese Zahl gleich sehr verändert, wenn man das Verhältniß der Lichtmengen einer Größenklasse zur andern nur ein wenig ändert, nimmt man hier das Verhältniß z. B. statt $2^1/_2$ nur $2^2/_{10}$ an, so erhält man einen Stern 6. Größe 172 mal schwächer als einen 1. Größe, welche Zahl mehr mit der von Steinheil gefundenen 182 übereinstimmt.

Gleich sei hier erwähnt, obwol wir bei der Beschreibung der Sonne wieder darauf zurückkommen, daß nach den neuesten Messungen der uns nächste Fixstern, die Sonne, etwa 56000 Mill. mal mehr Licht hat als ein Stern 1. Größe von der Helligkeit der Capella.

Die Zahl der Sterne 1. Größe wird zwischen 17 und 24 angegeben, Argelander zählt 20, welche wir hier nennen wollen:

α Eridani, Achernar	η Argus
α Tauri, Aldebaran	α Crucis
α Aurigae, Capella	α Virginis, Spica
α Orionis, Rigel	β Centauri
α Orionis, Beteigeuze	α Bootis, Arktur
α Argus, Canopus	α Centauri
α Can. maj., Sirius	α Scorpii, Antares
α Can. min., Procyon	α Lyrae, Wega
β Geminorum, Pollux	α Aquilae, Atair
α Leonis, Regulus	α Piscis austrini, Fomalhaut.

Sterne 2. Größe zählt man 65, 3. Größe 190, 4. Größe 425, 5. Größe nahe 1100, 6. Größe circa 3200. Da man nun mit bloßem Auge die Sterne 6. Größe noch eben sieht, ist die Zahl der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne am ganzen Himmel nur etwa 5000.

Ungemein vermehrt sich diese Zahl, wenn man das Auge bewaffnet, d. h. wenn man Fernröhre zu Hülfe nimmt. Es genügt schon ein gewöhnliches Theaterperspectiv, um Sterne 7. Größe zu sehen, deren Anzahl etwa 13000 ist; ein etwas stärkeres Fernrohr, etwa ein kleines Reisefernrohr, zeigt schon Sterne der 8. Größenklasse, deren Zahl auf 40000 geschätzt wird, und von jeder nächstfolgenden Größenklasse gibt es circa dreimal so viel Sterne. Von der 9. Größenklasse wird nach den gemachten Beobachtungen die Zahl auf nahe 140000 angegeben, sodaß die Summe aller Sterne bis zur 9. Größe sich über 200000 beläuft.

Wenn man mit einem Fernrohr Sterne 10. Größe, deren Anzahl über 400000 ist, 11. Größe, von denen schon $1\frac{1}{4}$ Mill., 12. Größe, deren es an 4 Mill. gibt, sehen kann, so sind bald die Sterne für das bewaffnete Auge unzählbar, und wie viel Millionen Sterne man überhaupt mit unsern besten Instrumenten sehen kann, läßt sich kaum angeben.

Um jedoch eine genäherte Zahl dafür angeben zu können, wollen wir, wie es jetzt allgemein gebräuchlich ist, annehmen, daß die Lichtmengen der einzelnen Sterngrößen zueinander in einem geometrischen Verhältniß stehen, d. h. daß jede höhere Größenklasse etwa $2\frac{1}{2}$mal weniger Licht hat als die vorhergehende, und wenn man die Absorption des Lichts in den Gläsern berücksichtigt und dafür, weil bei größern Fernröhren die Gläser dicker sind, für jedes größere Fernrohr in dem folgenden Verzeichniß 10 Procent mehr rechnet als für das vorhergehende, findet sich nach der Erfahrung, daß man mit einem Fernrohr von

10	Mm.	Oeffnung	u.	mindestens	4facher	Vergrößerung	Sterne	7.	Größe
17	»	»	»	»	4	»	»	»	8. »
27	»	»	»	»	7	»	»	»	9. »
45	»	»	»	»	11	»	»	»	10. »
76	»	»	»	»	19	»	»	»	11. »
130	»	»	»	»	32	»	»	»	12. »
220	»	»	»	»	55	»	»	»	13. »
370	»	»	»	»	90	»	»	»	14. »
630	»	»	»	»	160	»	»	»	15. »

sehen kann; für ein Fernrohr von den letztgenannten Dimensionen würde die Zahl der sichtbaren Sterne auf etwa 150 Mill. Sterne steigen.

Unsere größten Fernröhre haben kaum die zuletzt angegebenen Verhältnisse. Die Refractoren in Berlin, Dorpat, Upsala, Hamburg, Rom, haben nahe 250 Mm. Oeffnung, die in Kopenhagen, München, Greenwich, fast 300 Mm., die in Pulkowa und Cambridge (Amerika) 400 Mm. und einige neuere Instrumente dieser Gattung in Amerika und England 500—600 Mm. Oeffnung.

Die großen Reflectoren mit Spiegeln von 1 Meter und mehr Durchmesser zeigen wenig mehr Sterne, sodaß mit unsern bisjetzt hergestellten optischen Hülfsmitteln wol die Zahl der Sterne noch unter 100 Mill. bleibt.

Das Verhältniß der Lichtmengen der Sterne zueinander haben wir, wie es jetzt gebräuchlich ist, in einer geometrischen Progression angegeben. Es ist dies jedoch nicht immer geschehen und man hat dafür auch arithmetische Verhältnisse angenommen. Erwähnt sei nur, daß z. B. W. und J. Herschel von Sternen 20. und noch höherer Klasse sprechen, die wir jetzt kaum 14. Größe nennen. Diese Differenz in der Größenklasse ist jetzt mehr gehoben, seitdem wir eine genauere Definition der Größenklassen haben und photometrische Messungen angestellt werden.

Wie verschieden aber selbst die Sterne 1. Größe in ihrer Lichtmenge sind, ist auch schon gesagt; einzelne dieser Sterne sind beträchtlich heller als andere, und in neuerer Zeit hat man theils den Stern Procyon im kleinen Hund, theils Wega in der Leier oder Capella im Fuhrmann, als Sterne von der mittlern Helligkeit 1. Größe angenommen. Die Sterne Regulus im Löwen, Aldebaran im Stier haben kaum die Hälfte des Lichts wie Wega, während Sirius nach verschiedenen photometrischen Bestimmungen mindestens doppelt so viel, nach einigen viermal so viel Licht hat als Wega oder Capella.

Verzeichnisse in welchen die Sterne nach ihren Polarcoordinaten, Länge und Breite oder gerade Aufsteigung und Abweichung aufgezeichnet sind, heißen Sternkataloge, deren wir jetzt eine große Menge besitzen. Von den historisch merkwürdigen mögen hier nur erwähnt werden der Katalog von Hipparch, den Ptolemäus im „Almagest" gibt, mit 1026 Sternen; ein anderer Katalog von dem Astronom Ulugh Beg, Tamerlan's Enkel, mit 1019 Sternen, zu dem ein Commentar mit 300 Sternen hinzugekommen ist; ein anderer Katalog von Tycho Brahe, in dem sich 770 von ihm beobachtete Sternpositionen befinden. Unter den spätern Katalogen von Hevel, Halley, Lacaille, Tobias Mayer, Flamsteed und Bradley hat der letztere mit 3222 Sternpositionen, die Bessel genau reducirte und herausgab in einem Werke „Fundamenta astronomiae" die größte Bedeutung. Piazzi's Katalog für 1800 enthält 7646 Sterne, Lalande's Katalog „Histoire céleste française" nach der englischen Ausgabe 47319 Sternpositionen; Bessel's Zonen erstrecken sich auf 75011 Sternbeobachtungen, die innerhalb des Gürtels am Himmel von 15° südlicher Declination bis 45° nördlicher Declination liegen, woran sich Argelander's Zonen von 45° bis 80° nördlicher Declination mit 26425 Sternen und die südlichen Zonen von 15° bis 31° südlicher Declination mit 23250 Sternen anschließen. Die größte Anzahl von genäherten Sternpositionen enthält die Argelander'sche „Durchmusterung", die sich von 2° südlicher Declination bis zum Nordpol erstreckt und in welcher 324198 Sterne von der 1. bis zur 9.—10. Größe vorkommen.

Unter den Sternkarten sind die berühmtesten: die im Jahr 1603 herausgegebene „Uranometria" von Bayer, der 1729 edirte Atlas von Flamsteed (welcher in mehrern Auflagen erschienen ist), dann die „Uranographie" von Bode (große und kleine Ausgabe), der Atlas von Harding (Sterne bis zur 9. Größe enthaltend, bei dessen Anfertigung zu Anfang dieses Jahrhunderts einer der ersten kleinen Planeten, die Juno, gefunden wurde), ferner für Sterne bis zur 6. Größe die vortreffliche „Uranometria nova" von Argelander.

Unter den Sternkarten für teleskopische Sterne sind vor allem die 24 von der Berliner Akademie heraus-

gegebenen Blätter, welche von —15° bis +15° reichen und unter dem Namen der „Akademischen Sternkarten" bekannt sind, zu erwähnen; die umfangreichsten von allen Sternkarten sind aber die Argelander'schen „Atlas des nördlichen gestirnten Himmels" auf 40 großen Blättern, die die Oerter von den obenerwähnten 324198 Sternen enthalten.

Unsere Tafeln 1, 2, 3 enthalten den Sternhimmel und zwar Taf. 1, Fig. 1 den nördlichen Himmel vom Pol bis zum Aequator mit allen Sternen bis zur 5. Größe, die durch verschiedene Zeichen voneinander unterschieden und leicht kenntlich sind; die Taf. 2, Fig. 1 den südlichen Himmel in gleicher Weise, und da dadurch die Sternbilder des Aequators und des Thierkreises getrennt sind, enthält Taf. 3 einen Aequatorgürtel von — 30° bis +30°, alle drei Karten gültig für das Jahr 1875.

Die Sternbilder sind als Bilder nicht angegeben, sondern nur die Grenzen durch punktirte Linien. In jedem Sternbild steht der lateinische Name, die Hauptsterne tragen die griechischen Buchstaben. Die Milchstraße und die dem bloßen Auge sichtbaren Sternhaufen und Nebel sind durch punktirte Gruppen gegeben.

Außerdem enthalten die Karten die Parallelkreise von 15 zu 15 Grad, die Stundenkreise von Stunde zu Stunde und die Ekliptik. Die am Rande stehenden Monatsnamen auf Taf. 1 und 2 bezeichnen die Zeit, zu der die Sonne in dem darüberstehenden Sternbilde des Thierkreises steht. Dieses Sternbild culminirt daher um Mittag und das gerade gegenüberstehende oder das um 6 Thierkreissternbilder davon entfernte um Mitternacht.

Um die Sternbilder kennen zu lernen wendet man ein einfaches Verfahren an. Man geht von irgendeinem schon bekannten oder leicht aufzufindenden Sternbilde aus, verbindet, wie es auch auf den Karten geschehen ist, die hellern Sterne durch gerade Linien, verlängert selbige um eine bestimmte Größe und trifft dann andere Sternbilder und Sterne. Geht man z. B. vom großen Bären aus, zieht durch α und β eine Linie, verlängert diese über α hinaus etwa um das fünffache, so trifft man den Polarstern, welcher zum kleinen Bären gehört und nahe dem Nordpol ist. Auf der entgegengesetzten Seite vom Nordpol, ebenso weit etwa von ihm entfernt als der große Bär, steht ein Sternbild, dessen Hauptsterne ein großes W bilden — es ist dies die Cassiopeja. Denkt man sich eine den großen Bären und die Cassiopeja verbindende Linie, die auch durch den Nordpol geht, und läßt eine senkrechte Linie im Nordpol diese Linie schneiden, so trifft man in etwas größerer Entfernung, als der Bär vom Pol steht, auf beiden Seiten zwei helle Sterne 1. Größe, die Wega in der Leier und die Capella im Fuhrmann. Die Fortsetzung solcher Linien führt zur Kenntniß aller Sternbilder; diese Kenntniß heißt die Astrognosie und das Verfahren die Methode der Alignements.

c) Die Veränderungen des Sternhimmels durch die Präcession, Nutation und Aberration.

Unsere Sternkarten gelten für das Jahr 1875, aber der Nullpunkt der Theilung, der Durchschnittspunkt zwischen Aequator und Ekliptik, ändert sich vermöge der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne auf unsere abgeplattete Erde (s. physische Astronomie) unaufhörlich in der Weise, daß dieser Nullpunkt jedes Jahr um 50."2 zurückweicht. Dieses Zurückweichen des Nullpunktes heißt die Präcession und bringt hervor, daß der Pol des Aequators sich in einem Zeitraum von 26000 Jahren um den Pol der Ekliptik dreht, wie aus Taf. 11, Fig. 3 sichtbar ist, wo A B den Aequator für eine bestimmte Epoche, A' B' denselben für eine um 13000 Jahre entfernte Epoche bezeichnet. Abgesehen von einer kleinen Schwankung der Erdachse, welche man Nutation heißt und welche durch die wellenförmige Linie pp' in Fig. 3, Taf. 11, sichtbar gemacht ist, ändert sich durch die Präcession die Länge jedes Sterns um die schon oben genannte Größe von 50."2, während die Breite der Sterne fast unverändert bleibt. Diese Aenderung der Länge überträgt sich auf Aenderungen in der Rectascension und Declination, welche die Präcession in Rectascension und Declination genannt werden.

Vermöge der Präcession ändert sich nun der Pol des Aequators am Himmel und der Stern 2. Größe α Ursae minoris, welcher gegenwärtig dem Pol am nächsten steht und deshalb der Polarstern genannt wird, führte diesen Namen vor Christi Geburt noch nicht, der schon genannte Astronom Hipparch konnte die Bezeichnung Polarstern für diesen Stern nicht gebrauchen. Gegenwärtig steht der Polarstern vom Pol nur 1° 22' entfernt, ihm nähert sich der Pol noch 300 Jahre immer mehr und mehr, und dann wird die Entfernung nur 21' sein. Nach 2300 Jahren wird ein anderer Stern, γ Cephei, Anspruch auf den Namen Polarstern machen können, obwol derselbe 1° 51' vom Pol entfernt bleibt. Noch später werden β und α Cephei sowie δ Cygni dem Pole am nächsten stehen, und nach etwa 12000 Jahren wird der Stern 1. Größe Wega im Sternbild der Leier den schönsten Polarstern darstellen; dann folgen ε Herculis, τ Herculis, ι Draconis, α Draconis, χ Draconis, bis nach 25000 Jahren der jetzige Polarstern wieder das Recht in Anspruch nimmt.

Der Nullpunkt der Theilung, 0° im Zeichen des Widders, fiel im Jahre 300 vor Christi Geburt mit dem Anfange des Sternbildes des Widders, im Jahre 1400 vor Christo mit der Mitte dieses Sternbildes zusammen, jetzt liegt er nahe im Anfange des Sternbildes der Fische und nach 10000 Jahren wird dieser Punkt in das Sternbild der Wage fallen.

Für einen bestimmten Punkt auf der Erde ändern sich infolge dessen die über dem Horizonte sichtbaren Sternbilder, und nach Tausenden von Jahren werden für unsere Breiten die Sternbilder Rabe, Becher, Wasserschlange, großer Hund (mit dem glänzendsten Fixstern Sirius), Einhorn, Orion, kleiner Hund, Eridanus, Walfisch und südlicher Fisch verschwinden. Dagegen kommen nach und nach zum Vorschein: die Sternbilder Centaur, südliches Kreuz, ein Theil der Karlseiche, Wolf, südlicher Triangel, Altar, südliche Krone, Pfau, Indianer, Paradiesvogel, Toucan, Kranich, Phönix und der jetzt unsichtbare Theil des Eridanus.

Außer durch die Nutation, deren Periode nahe 18 Jahre ist und die die Sternörter nur etwa 10 Bogensecunden (im größten Kreise) ändert (s. physische Astronomie), erfahren die Sternörter dadurch noch eine kleine Aenderung, daß die Bewegung des Lichts nicht unendlich groß, nicht momentan ist. Da nun auch die Erde im Weltraum sich fortbewegt, so trifft ein Lichtstrahl der jetzt von einem Himmelskörper, z. B. von der Sonne nach der Erde gerichtet ist, nicht die Erde mehr, sondern er geht neben derselben vorbei, weil selbige sich fortbewegt hat, und wenn der Lichtstrahl die Erde treffen soll, darf er nicht in der Linie, in der momentan die Erde steht, gerichtet sein, sondern nach einem Orte, den die Erde vermöge ihrer Bewegung in der Zeit erreicht, welche das Licht zu seiner Bewegung nach der Erde gebraucht. Die Abweichung zwischen den beiden Richtungen, heißt die Aberration

des Lichtes. Sie beträgt, da das Licht in der Sekunde 42000 Meilen und in gleicher Zeit die Erde 4,1 Meilen durchläuft, im Maximum, wenn beide Bewegungen senkrecht aufeinander gerichtet sind, 20,4 Bogensecunden.

Der Ort, an welchem man ein Gestirn in Wirklichkeit sieht, sollte der scheinbare genannt werden, gewöhnlich aber versteht man unter scheinbarem Ort denjenigen, welcher sich ergibt, wenn man von der Strahlenbrechung in der Atmosphäre absieht und sich in den Mittelpunkt der Erde versetzt denkt. — In dem scheinbaren Orte sind die Werthe der Nutation und Aberration mit enthalten. Der Ort eines Sterns, welcher von der Aberration und Nutation und dem Theile der Präcession, welcher von einer bestimmten Epoche an sich anhäuft, befreit ist, heißt der mittlere Ort des Sterns für die Epoche und um einen Ueberblick zu geben, wie die Sternkataloge eingerichtet sind, wollen wir die Positionen aller Sterne bis zur 4. Größe zusammenstellen, und zwar gültig für den Anfang des Jahres 1875. Um die Sterne auf eine andere Epoche leicht reduciren zu können, sind die Werthe der Präcession aufgeführt. In der folgenden Tabelle enthält die erste Columne die Bezeichnung des Sternes und des Sternbildes, in welchem er steht, die zweite die Größe, die dritte die gerade Aufsteigung (Ascensio recta, AR.), die vierte die Präcession in gerader Aufsteigung, die fünfte die Abweichung (Declinatio, δ.) und zwar bedeutet + nördlich vom Aequator, — südlich vom Aequator, und endlich die sechste Columne die Präcession in der Abweichung. Zu der Präcession ist, wo es möglich war, die jährliche Eigenbewegung gleich hinzugefügt.

Katalog aller Fixsterne bis zur 4. Größe, gültig für das Jahr 1875.

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Veränderung.	Abweichung.	Jährliche Veränderung.
		h m s		°	
α Andromedae	2	0 1 55	+3",09	+ 28 24',0	+ 0',33
Cassiopeiae	2.3	2 31	+ 3,16	+ 58 27,6	+ 0,33
Phoenicis	4	3 4	+ 3,06	— 46 26,1	+ 0,33
Pegasi	3.2	6 48	+ 3,08	+ 14 29,3	+ 0,34
Andromedae	4.5	11 47	+ 3,12	+ 35 5,5	+ 0,33
Ceti	3.4	13 4	+ 3,06	— 9 31,0	+ 0,33
Hydri	3	18 9	+ 3,26	— 77 57,5	+ 0,33
Phoenicis	2	20 6	+ 2,97	— 42 43,9	+ 0,33
1 Toucanae	4	25 48	+ 2,78	— 63 38,8	+ 0,33
Cassiopeiae	4.5	25 54	+ 3,36	+ 62 14,5	+ 0,33
»	4	30 1	+ 3,31	+ 53 12,5	+ 0,33
Andromedae	4*	30 12	+ 3,18	+ 32 1,9	+ 0,33
»	4	31 57	+ 3,16	+ 28 37,9	+ 0,33
»	3	32 39	+ 3,19	+ 30 10,6	+ 0,33
Cassiopeiae	2.3	33 25	+ 3,36	+ 55 51,1	+ 0,33
Ceti	2	37 19	+ 3,01	— 18 41,0	+ 0,33
Andromedae	4	40 43	+ 3,17	+ 23 35,2	+ 0,33
Cassiopeiae	4.3	41 33	+ 3,58	+ 57 9,1	+ 0,32
Piscium	4.5	42 12	+ 3,10	+ 6 54,3	+ 0,33
Andromedae	4	42 55	+ 3,27	+ 40 23,9	+ 0,33
Cassiopeiae	2	49 11	+ 3,57	+ 60 2,3	+ 0,33
Andromedae	4	49 49	+ 3,30	+ 37 49,2	+ 0,33
13 H. Cephei	4.5	52 1	+ 6,96	+ 85 35,1	+ 0,31
Piscium	4	56 27	+ 3,11	+ 7 13,0	+ 0,32
Phoenicis	3	1 0 31	+ 2,70	— 47 23,3	+ 0,32
Ceti	3	2 18	+ 3,00	— 10 50,6	+ 0,32
Andromedae	2.3	2 44	+ 3,34	+ 34 57,4	+ 0,32
Cassiopeiae	4.5	3 29	+ 3,58	+ 54 29,1	+ 0,32
Piscium	4	4 47	+ 3,29	+ 29 25,5	+ 0,32
»	4	12 36	+ 3,28	+ 26 36,4	+ 0,32
Ursae minoris	2	12 59	+20,24	+ 88 38,6	+ 0,32
Cassiopeiae	3	17 39	+ 3,86	+ 59 35,1	+ 0,31
Ceti	3	17 47	+ 3,00	— 8 49,7	+ 0,31
Phoenicis	3	22 57	+ 2,62	— 43 57,4	+ 0,31
Piscium	4.3	24 48	+ 3,20	+ 14 42,0	+ 0,31
Phoenicis	4	26 3	+ 2,49	— 49 43,5	+ 0,31
Andromedae	4.5	29 28	+ 3,50	+ 40 46,9	+ 0,31
Persei	4.3	30 20	+ 3,64	+ 47 59,6	+ 0,31
Eridani	1	33 3	+ 2,23	— 57 53,3	+ 0,31
Persei	4	35 50	+ 3,72	+ 50 3,5	+ 0,31
Ceti	4	38 19	+ 2,90	— 16 36,1	+ 0,30
Piscium	4	38 48	+ 3,16	+ 8 31,7	+ 0,30
Ceti	3	45 17	+ 2,96	— 10 57,2	+ 0,30
Cassiopeiae	3.4	45 25	+ 4,24	+ 63 3,2	+ 0,30
Trianguli	4.3	45 58	+ 3,40	+ 28 58,1	+ 0,30
Arietis	4.3	46 40	+ 3,28	+ 18 40,8	+ 0,30
Piscium	4	47 3	+ 3,16	+ 2 34,2	+ 0,30
Arietis	3.2	47 44	+ 3,30	+ 20 11,8	+ 0,30
Eridani	4	51 3	+ 2,27	— 52 14,0	+ 0,30
Cassiopeiae	4	52 48	+ 4,97	+ 71 48,9	+ 0,29
Ceti	4	54 7	+ 2,98	— 21 41,0	+ 0,29
Hydri	3	54 49	+ 1,85	— 62 10,7	+ 0,29
Piscium	3.4	55 35	+ 3,09	+ 2 9,6	+ 0,29
Andromedae	2.3	56 14	+ 3,65	+ 41 43,7	+ 0,29
Arietis	2	2 0 8	+ 3,10	+ 22 52,2	+ 0,29
Trianguli	3	2 6	+ 3,55	+ 34 23,7	+ 0,29
»	4.5	9 53	+ 3,54	+ 33 16,1	+ 0,28
Eridani	4	12 3	+ 2,14	— 52 5,4	+ 0,28
Ceti	var.	13 2	+ 3,03	— 3 32,8	+ 0,28
Cassiopeiae	4	18 47	+ 4,84	+ 66 50,3	+ 0,27
Hydri	4	19 32	+ 1,05	— 69 13,8	+ 0,27
Ceti	4	21 31	+ 3,18	+ 7 53,9	+ 0,27
Ceti	4	33 5	+ 3,07	— 0 12,7	+ 0,26
Persei	4	35 40	+ 4,06	+ 48 41,9	+ 0,26
Eridani	4	35 44	+ 2,36	— 40 23,4	+ 0,26
Ceti	3.4	36 49	+ 3,10	+ 2 42,5	+ 0,26
»	4	38 11	+ 3,23	+ 9 35,1	+ 0,26

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Veränderung.	Abweichung.	Jährliche Veränderung.
		h m s		°	
τ¹ Eridani	4.5	2 39 16	+ 2",77	— 19 6,2	+ 0',26
η Persei	4.3	41 35	+ 4,33	+ 55 22,5	+ 0,25
41 Arietis	4	42 38	+ 3,51	+ 26 44,6	+ 0,25
τ Persei	4	45 24	+ 4,21	+ 52 14,9	+ 0,25
η Eridani	3	50 19	+ 2,93	— 9 23,8	+ 0,24
ε Arietis	4.5	52 4	+ 2,43	+ 20 50,4	+ 0,24
δ Eridani	3	53 31	+ 2,28	— 40 48,4	+ 0,24
α Ceti	2.3	55 45	+ 3,42	+ 3 35,9	+ 0,24
γ Persei	3	55 45	+ 4,30	+ 53 0,9	+ 0,24
τ² Eridani	4.3	56 53	+ 2,65	— 24 6,9	+ 0,24
ρ Persei	4.3	57 10	+ 3,82	+ 38 21,3	+ 0,24
β »	var.	3 0 2	+ 3,88	+ 40 31,8	+ 0,24
ι »	4	0 3	+ 4,29	+ 49 8,0	+ 0,24
δ Arietis	4.5	4 29	+ 3,42	+ 19 15,1	+ 0,23
ε Persei	3	4 45	+ 2,52	— 39 29,1	+ 0,23
ξ Arietis	4.5	7 43	+ 3,44	+ 20 35,9	+ 0,23
ζ Eridani	4	9 46	+ 2,91	— 9 17,1	+ 0,23
τ⁴ »	3	13 57	+ 2,66	— 22 12,8	+ 0,22
ε Eridani	4.5	14 48	+ 2,12	— 43 33,3	+ 0,22
α Persei	2	15 24	+ 4,25	+ 49 34,8	+ 0,22
ο Tauri	4.3	18 5	+ 3,22	+ 8 35,2	+ 0,22
ξ »	4.3	20 24	+ 3,24	+ 9 17,7	+ 0,21
f »	4	23 59	+ 3,30	+ 12 30,4	+ 0,21
π Eridani	3	27 2	+ 2,82	— 9 53,0	+ 0,21
τ⁵ »	4	28 16	+ 2,64	— 22 3,2	+ 0,21
10 Tauri	4.5	30 30	+ 3,07	+ 0 0,4	+ 0,20
δ Persei	3	34 2	+ 4,24	+ 47 23,1	+ 0,20
ο »	4	36 29	+ 3,74	+ 31 53,4	+ 0,20
ν »	4	36 42	+ 4,05	+ 42 10,9	+ 0,20
5 H. Camelopardi	4.5	37 12	+ 6,21	+ 70 56,6	+ 0,19
δ Eridani	3	37 16	+ 2,88	— 10 11,5	+ 0,19
17 Tauri	4	37 27	+ 3,55	+ 23 43,1	+ 0,19
η »	3	40 3	+ 3,55	+ 23 43,0	+ 0,19
27 »	4	41 44	+ 3,55	+ 23 40,2	+ 0,19
ζ Reticuli	4	42 37	+ 0,68	— 65 12,0	+ 0,19
ζ Persei	3	46 17	+ 3,76	+ 31 30,6	+ 0,18
τ⁶ Eridani	4	48 24	+ 2,55	— 24 59,2	+ 0,18
γ Hydri	3	49 12	— 1,09	— 74 37,4	+ 0,18
η Persei	3.4	49 28	+ 3,00	+ 39 35,8	+ 0,18
ζ »	4	50 51	+ 3,87	+ 35 25,8	+ 0,18
γ Eridani	3	52 12	+ 2,80	— 13 51,9	+ 0,18
λ Tauri	4	53 45	+ 3,32	+ 12 8,1	+ 0,17
τ⁷ Eridani	4	54 46	+ 2,55	— 24 22,9	+ 0,17
ν Tauri	4	56 30	+ 3,18	+ 5 38,4	+ 0,17
ο Persei	4	59 35	+ 4,33	+ 47 22,6	+ 0,17
μ »	4	5 43	+ 4,33	+ 48 5,4	+ 0,16
υ² Eridani	4.5	5 46	+ 2,33	— 7 9,9	+ 0,16
μ Tauri	4.5	8 45	+ 3,25	+ 8 34,8	+ 0,16
γ »	4	12 41	+ 3,41	+ 15 19,4	+ 0,15
γ Doradûs	4	12 45	+ 1,55	— 51 48,2	+ 0,15
β Reticuli	3	12 49	+ 0,75	— 62 47,3	+ 0,15
υ³ Eridani	3.4	13 10	+ 2,26	— 34 6,3	+ 0,15
δ¹ Tauri	4	15 44	+ 3,46	+ 17 14,8	+ 0,15
υ⁴ Eridani	4	19 20	+ 2,25	— 34 18,5	+ 0,14
φ Tauri	4.3	21 19	+ 3,50	+ 18 34,3	+ 0,14
δ² »	4	21 26	+ 3,41	+ 15 41,0	+ 0,14
ρ¹ Eridani	4	21 32	+ 3,41	+ 15 35,5	+ 0,14
ρ² Eridani	4	28 37	+ 2,36	— 30 1,0	+ 0,13
σ Tauri	4	28 45	+ 3,44	+ 16 15,4	+ 0,13
γ Eridani	3.4	30 4	+ 2,99	— 3 36,6	+ 0,13
ρ³ »	4.3	30 42	+ 2,33	— 30 49,2	+ 0,13
α Doradûs	3	31 18	+ 1,28	— 55 18,3	+ 0,13
53 Eridani	4	32 28	+ 2,75	— 14 32,9	+ 0,12
τ Tauri	4.5	34 45	+ 3,59	+ 22 42,9	+ 0,12
μ Eridani	4.3	39 15	+ 3,00	— 3 29,1	+ 0,12
9 Camelopardi	4	41 38	+ 5,91	+ 66 7,6	+ 0,11
π¹ Orionis	4	43 3	+ 3,22	+ 6 44,5	+ 0,11

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.			Jährliche Änderung.	Abweichung.		Jährliche Änderung.
		h	m	s		°	′	
π⁴ Orionis	4.5	4	44	33	+ 3ˢ.19	+ 5	23′.4	+ 0′.11
ω Eridani	4.5		46	45	+ 2.94	— 5	39.8	+ 0.11
π⁵ Orionis	4		47	44	+ 8.12	+ 2	14.0	+ 0.10
ι Aurigae	3		48	51	+ 3.90	+ 32	58.0	+ 0.10
10 Camelopardali	4		52	18	+ 5.31	+ 60	15.4	+ 0.10
ε Aurigae	4		53	0	+ 4.29	+ 43	38.2	+ 0.10
ζ »	4		53	45	+ 4.18	+ 40	53.5	+ 0.10
η »	4.3		57	45	+ 4.20	+ 41	3.8	+ 0.09
ε Leporis	4	5	0	10	+ 2.53	— 22	32.4	+ 0.09
β Eridani	3		1	42	+ 2.95	— 5	15.0	+ 0.08
λ »	4		3	10	+ 2.87	— 8	55.0	+ 0.08
μ Leporis	3.4		7	19	+ 2.69	— 16	21.3	+ 0.08
α Aurigae	1		7	27	+ 4.42	+ 45	52.1	+ 0.07
k Leporis	4		7	28	+ 2.77	— 13	5.4	+ 0.08
β Orionis	1		8	32	+ 2.88	— 8	20.9	+ 0.07
τ »	4		11	32	+ 2.91	— 6	57.9	+ 0.07
λ »	4		13	49	+ 2.76	— 13	18.4	+ 0.07
η »	3.4		18	12	+ 3.01	— 2	30.9	+ 0.06
β Tauri	2		18	23	+ 3.79	+ 28	30.0	+ 0.06
γ Orionis	2		18	26	+ 3.22	+ 6	14.1	+ 0.06
β Leporis	4		22	53	+ 2.57	— 20	51.6	+ 0.06
δ Orionis	2.3		25	37	+ 3.07	— 0	23.6	+ 0.05
ε Columbae	4		26	46	+ 2.13	— 35	33.8	+ 0.05
α Leporis	3		27	13	+ 2.65	— 17	54.8	+ 0.05
λ Orionis	4		28	15	+ 3.30	+ 9	50.9	+ 0.05
θ »	5.4		29	8	+ 2.93	— 5	28.4	+ 0.05
ι »	3		29	13	+ 2.93	— 5	59.6	+ 0.04
ε »	2		29	52	+ 3.04	— 1	17.0	+ 0.04
ζ Tauri	3.4		30	11	+ 3.58	+ 21	3.8	+ 0.04
σ Orionis	4.3		32	28	+ 3.01	— 2	40.4	+ 0.04
β Doradûs	4		32	33	+ 0.51	— 62	34.3	+ 0.04
ζ Orionis	2		34	27	+ 3.02	— 2	0.6	+ 0.04
α Columbae	2		35	7	+ 2.17	— 34	8.5	+ 0.04
γ Leporis	4		39	16	+ 2.52	— 22	29.2	+ 0.03
ζ »	4.3		41	18	+ 2.72	— 14	52.2	+ 0.03
κ Orionis	3.2		41	50	+ 2.84	— 9	43.0	+ 0.03
ν Aurigae	4		42	50	+ 4.15	+ 39	6.6	+ 0.03
δ Leporis	4		45	56	+ 2.56	— 20	53.2	+ 0.02
β Columbae	3		46	33	+ 2.11	— 35	49.2	+ 0.02
α Orionis	1		48	24	+ 3.25	+ 7	22.9	+ 0.02
δ Aurigae	4.5		49	14	+ 4.94	+ 54	16.3	+ 0.01
β »	2		50	22	+ 4.40	+ 44	55.9	+ 0.01
η Leporis	4		50	43	+ 2.73	— 14	11.6	+ 0.01
θ Aurigae	3		51	52	+ 4.09	+ 37	12.1	+ 0.01
γ Columbae	4		53	6	+ 2.12	— 35	17.9	+ 0.01
η Geminorum	3.4	6	7	20	+ 3.62	+ 22	32.4	— 0.01
μ »	3		15	24	+ 3.63	+ 22	34.5	— 0.02
ζ Canis majoris	2 3		15	31	+ 2.30	— 30	0.6	— 0.02
β » »	2		17	12	+ 2.64	— 17	53.7	— 0.02
ε Columbae	4		17	33	+ 2.19	— 33	22.4	— 0.03
α Argus	1		21	11	+ 1.33	— 52	37.6	— 0.03
λ Canis majoris	4.5		23	32	+ 2.22	— 32	30.1	— 0.03
γ Geminorum	2.3		30	29	+ 3.47	+ 16	30.2	— 0.04
ν Argus	3		33	56	+ 1.83	— 43	5.2	— 0.05
15 Monocerotis	4		34	6	+ 3.31	+ 10	0.6	— 0.05
ε Geminorum	3.4		36	14	+ 3.70	+ 25	15.2	— 0.05
ξ »	4.3		38	17	+ 3.37	+ 13	1.7	— 0.06
α Canis majoris	1		39	39	+ 2.65	— 16	32.8	— 0.06
θ Geminorum	3.4		44	33	+ 3.96	+ 34	6.6	— 0.06
κ Canis majoris	4		45	10	+ 2.24	— 32	21.9	— 0.07
τ Argûs	4		46	50	+ 1.48	— 50	28.0	— 0.07
α Pictoris	4		46	55	+ 0.63	— 61	48.6	— 0.07
θ Canis majoris	4.5		48	23	+ 2.80	— 11	53.0	— 0.07
ε » »	2		53	43	+ 2.36	— 28	48.2	— 0.08
ζ Geminorum	4		56	42	+ 3.56	+ 20	45.1	— 0.08
σ² Canis majoris	3.4		57	48	+ 2.50	— 23	39.1	— 0.08
γ » »	4.5		58	6	+ 2.71	— 15	26.9	— 0.08
δ » »	3	7	3	19	+ 2.44	— 26	11.7	— 0.09
22 Monocerotis	4.5		5	29	+ 3.06	— 0	16.3	— 0.09
λ Geminorum	4.3		10	54	+ 3.45	+ 16	45.8	— 0.10
δ »	3.4		12	39	+ 3.59	+ 22	12.6	— 0.10
π Argûs	3		12	44	+ 2.12	— 36	52.4	— 0.10
ι Geminorum	4		17	58	+ 3.74	+ 28	2.7	— 0.11
η Canis majoris	3.2		19	9	+ 2.37	— 29	3.6	— 0.11
β » minoris	3		20	22	+ 3.26	+ 8	32.2	— 0.12
σ Argûs	4		25	16	+ 1.91	— 43	3.0	— 0.12
α Geminorum	2.1		26	37	+ 3.84	+ 32	9.6	— 0.12
υ »	4.5		28	13	+ 3.71	+ 27	10.4	— 0.13
α Canis minoris	1		32	45	+ 3.14	+ 5	32.6	— 0.15
k Puppis	4.5		33	42	+ 2.46	— 26	31.1	— 0.13
26 Monocerotis	4.5		35	17	+ 2.87	— 9	15.6	— 0.13
κ Geminorum	4.3		36	54	+ 3.64	+ 24	41.8	— 0.14
β »	1.2		37	40	+ 3.68	+ 28	19.6	— 0.14
o Puppis	4.5		40	48	+ 2.14	— 37	39.9	— 0.14
ξ Argûs	4.3		44	2	+ 2.52	— 24	32.8	— 0.15
χ »	3		53	36	+ 1.53	— 52	38.9	— 0.16
ζ »	2		59	12	+ 2.11	— 39	39.1	— 0.17
15 »	3	8	2	13	+ 2.56	— 23	56.5	— 0.17
γ »	2		5	41	+ 1.85	— 46	58.1	— 0.17
β Cancri	4.3		9	41	+ 3.26	+ 9	34.2	— 0.18
30 Monocerotis	4.3		19	25	+ 3.00	— 3	30.0	— 0.19
o Ursae majoris	3.4		19	52	+ 5.04	+ 61	8.0	— 0.19
ε Argûs	2		19	57	+ 1.24	— 59	6.4	— 0.19
δ Hydrae	4.5		31	2	+ 3.18	+ 6	6.4	— 0.20

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.			Jährliche Änderung.	Abweichung.		Jährliche Änderung.
		h	m	s		°	′	
γ Cancri	4.5	8	36	3	+ 3ˢ.49	+ 21	25.1	— [illegible]
e Argûs	4		36	43	+ 1.72	— 52	24.7	— [illegible]
δ Cancri	4		37	35	+ 3.42	+ 16	36.7	— [illegible]
σ³ Argûs	4		38	34	+ 2.41	— 32	44.1	— [illegible]
ι Cancri	4		39	8	+ 3.65	+ 29	12.9	— [illegible]
ε Hydrae	3.4		40	9	+ 3.18	+ 6	52.5	— [illegible]
δ Argûs	3		41	15	+ 1.65	— 54	16.9	— [illegible]
ζ Hydrae	3.4		48	47	+ 3.18	+ 6	25.2	— [illegible]
ι Ursae majoris	3		50	38	+ 4.14	+ 48	31.8	— [illegible]
α² Cancri	4		51	39	+ 3.28	+ 12	20.4	— [illegible]
10 Ursae majoris	4		52	31	+ 3.92	+ 42	16.6	— [illegible]
κ » »	3.4		55	5	+ 4.13	+ 47	38.3	— [illegible]
λ Argûs	3	9	3	24	+ 2.20	— 42	55.7	— [illegible]
ω Carinae	4.5		4	36	+ 0.52	— 70	2.2	— [illegible]
θ Hydrae	4		7	52	+ 3.13	+ 2	50.4	— [illegible]
38 Lyncis	4		11	4	+ 3.75	+ 37	19.9	— [illegible]
β Argûs	1		11	50	+ 0.71	— 69	12.2	— [illegible]
40 Lyncis	3.4		13	26	+ 3.67	+ 34	55.2	— [illegible]
ι Argûs	2		13	45	+ 1.60	— 58	43.0	— [illegible]
κ »	3		18	10	+ 1.86	— 54	28.7	— [illegible]
1 H. Draconis	4.5		19	5	+ 9.13	+ 81	52.6	— [illegible]
α Hydrae	2		21	27	+ 2.95	— 8	7.1	— [illegible]
h Ursae majoris	3.4		21	39	+ 4.81	+ 63	36.4	— [illegible]
θ » »	3		24	29	+ 4.05	+ 52	14.7	— [illegible]
ψ Argûs	4		25	47	+ 2.37	— 39	55.3	— [illegible]
ι Hydrae	4.5		33	28	+ 3.06	— 0	24.5	— [illegible]
ο Leonis	4.3		34	29	+ 3.21	+ 10	27.6	— [illegible]
ε »	3		38	45	+ 3.42	+ 24	20.9	— [illegible]
υ Ursae majoris	4.3		42	5	+ 4.33	+ 59	37.3	— [illegible]
υ Argûs	3		43	59	+ 1.50	— 64	29.6	— [illegible]
μ Leonis	4		45	39	+ 3.42	+ 26	35.7	— [illegible]
φ Argûs	4		52	29	+ 2.10	— 53	56.4	— [illegible]
21 Leonis min.	4.5	10	0	3	+ 3.55	+ 35	51.3	— [illegible]
η »	3.4		0	31	+ 3.28	+ 17	22.1	— [illegible]
15 Sextantis	4.5		1	32	+ 3.07	+ 0	14.3	— [illegible]
α Leonis	1.2		1	43	+ 3.20	+ 12	34.6	— [illegible]
λ Hydrae	4		4	30	+ 2.94	— 11	44.2	— [illegible]
q Velorum	4		9	30	+ 2.52	— 41	30.3	— [illegible]
λ Ursae majoris	3.4		9	33	+ 3.64	+ 43	32.3	— [illegible]
ζ Leonis	3		9	44	+ 3.35	+ 24	2.4	— [illegible]
ω Argûs	4		10	46	+ 1.44	— 69	25.1	— [illegible]
γ Leonis	2		13	4	+ 3.30	+ 20	23.5	— [illegible]
μ Ursae majoris	3		14	53	+ 3.60	+ 42	7.6	— [illegible]
μ Hydrae	4		20	3	+ 2.91	— 16	11.9	— [illegible]
31 Leonis min.	4.5		20	39	+ 3.49	+ 37	20.1	— [illegible]
Hydrae	4.5		21	31	+ 2.74	— 30	25.9	— [illegible]
ρ Leonis	4		26	14	+ 3.16	+ 9	56.9	— [illegible]
p Carinae	4		27	35	+ 2.12	— 61	2.5	— [illegible]
θ Argûs	3		38	30	+ 2.13	— 63	44.4	— [illegible]
η »	var.		40	13	+ 2.31	— 59	1.6	— [illegible]
μ »	3		41	24	+ 2.56	— 48	43.3	— [illegible]
ν Hydrae	3.4		43	27	+ 2.95	— 15	32.5	— [illegible]
46 Leonis min.	4		46	19	+ 3.37	+ 34	51.1	— [illegible]
54 » maj.	4.5		48	51	+ 3.27	+ 25	25.0	— [illegible]
α Crateris	4		53	42	+ 2.95	— 17	38.0	— [illegible]
β Ursae majoris	2.3		54	17	+ 3.67	+ 57	2.1	— [illegible]
b Leonis	4.5		55	39	+ 3.21	+ 20	51.0	— [illegible]
α Ursae majoris	2		56	0	+ 3.76	+ 62	25.3	— [illegible]
χ Hydrae	4.5		59	19	+ 2.90	— 26	37.1	— [illegible]
ψ Ursae majoris	3	11	2	38	+ 3.40	+ 45	10.6	— [illegible]
β Crateris	4		5	31	+ 2.94	— 22	8.6	— [illegible]
δ Leonis	2.3		7	27	+ 3.20	+ 21	12.3	— [illegible]
θ »	3.4		7	31	+ 3.16	+ 16	6.9	— [illegible]
ξ Ursae majoris	4.3		11	31	+ 3.21	+ 32	[illegible]	— [illegible]
ν » »	3.4		11	43	+ 3.26	+ 33	46.6	— [illegible]
δ Crateris	3.4		13	5	+ 3.00	— 14	6.1	— [illegible]
σ Leonis	4		14	41	+ 3.10	+ 6	43.6	— [illegible]
π Centauri	4		15	18	+ 2.72	— 53	48.6	— [illegible]
ι Leonis	4		17	24	+ 3.13	+ 11	13.8	— [illegible]
γ Crateris	4		18	38	+ 3.00	— 16	59.8	— [illegible]
λ Draconis	3.4		23	58	+ 3.64	+ 70	1.2	— [illegible]
ξ Hydrae	4		26	52	+ 2.95	— 31	9.9	— [illegible]
λ Centauri	4		30	3	+ 2.74	— 62	29.7	— [illegible]
θ Crateris	4		30	21	+ 3.04	— 9	6.8	— [illegible]
ν Virginis	4.5		39	26	+ 3.09	+ 7	13.8	— [illegible]
χ Ursae majoris	4		39	27	+ 3.20	+ 48	28.3	— [illegible]
93 Leonis	4.5		41	33	+ 3.11	+ 20	54.9	— [illegible]
β »	2		42	41	+ 3.07	+ 15	16.2	— [illegible]
β Virginis	3.4		44	11	+ 3.12	+ 2	28.1	— [illegible]
β Hydrae	4		46	36	+ 3.02	— 33	12.7	— [illegible]
γ Ursae majoris	2.3		47	15	+ 3.19	+ 54	23.4	— [illegible]
π Virginis	4.5		54	28	+ 3.07	+ 7	16.7	— [illegible]
ο »	4		58	50	+ 3.06	+ 9	23.6	— [illegible]
δ Centauri	3	12	1	53	+ 3.08	— 50	1.6	— [illegible]
ε Corvi	3		3	42	+ 3.08	— 21	55.1	— [illegible]
ρ Centauri	4		5	6	+ 3.11	— 51	40.8	— [illegible]
δ Crucis	3		8	31	+ 3.15	— 58	8.2	— [illegible]
δ Ursae majoris	3 4		9	14	+ 3.01	+ 57	43.4	— [illegible]
γ Corvi	2		9	23	+ 3.09	— 16	50.3	— [illegible]
η Virginis	3.1		13	31	+ 3.07	+ 0	1.7	— [illegible]
α Crucis	1		19	39	+ 3.27	— 62	24.1	— [illegible]
u Centauri	4.5		21	43	+ 3.17	— 38	20.9	— [illegible]
δ Corvi	3 3		23	25	+ 3.11	— 15	49.1	— [illegible]
γ Crucis	2		24	15	+ 3.28	— 56	24.5	— [illegible]

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung. h	m	s	Jährliche Aenderung.	Abweichung. ° ′	Jährliche Aenderung.
Muscae	4	12	25	2	+ 3ˢ.51	− 71 26′.5	− 0′.33
Corvi	2.3		27	46	+ 3.14	− 22 42.3	− 0.33
Canum ven.	4.5		27	48	+ 2.86	+ 42 2.2	− 0.33
Draconis	3.4		28	8	+ 2.60	+ 70 28.6	− 0.33
Muscae	4		29	45	+ 3.51	− 68 26.8	− 0.33
Centauri	3		34	38	+ 3.30	− 48 16.4	− 0.33
Virginis	3		35	20	+ 3.04	− 0 45.8	− 0.33
Muscae	4		38	38	+ 3.61	− 67 25.4	− 0.33
Crucis	2		40	26	+ 3.46	− 59 0.2	− 0.33
Ursae majoris	2		48	31	+ 2.66	+ 56 38.3	− 0.33
Virginis	3		49	18	+ 3.02	+ 4 4.6	− 0.33
12 Canum ven.	3		50	11	+ 2.82	+ 38 59.6	− 0.33
Muscae	4		53	41	+ 3.97	− 70 52.4	− 0.33
Virginis	3.2		55	57	+ 2.99	+ 11 37.9	− 0.32
»	4.5	13	3	29	+ 3.10	− 4 52.3	− 0.32
43 Comae	4		6	2	+ 2.81	+ 28 30.7	− 0.31
Muscae	4		6	48	+ 3.99	− 67 13.8	− 0.32
γ Hydrae	3		12	8	+ 3.24	− 22 30.6	− 0.32
Centauri	3		13	35	+ 3.38	− 36 3.1	− 0.32
α Virginis	1		18	37	+ 3.15	− 10 30.5	− 0.32
ζ Ursae majoris	2.3		18	53	+ 2.43	+ 55 34.7	− 0.32
R Hydrae	var.		22	53	+ 3.27	− 22 38.0	− 0.31
d Centauri	4.5		23	48	+ 3.45	− 38 45.6	− 0.31
ζ Virginis	3.4		28	19	+ 3.05	+ 0 2.6	− 0.31
ε Centauri	3		32	2	+ 3.76	− 52 49.8	− 0.31
ι »	4		38	37	+ 3.42	− 32 24.6	− 0.30
ν »	4		42	1	+ 3.57	− 41 3.8	− 0.30
μ »	4		42	6	+ 3.59	− 41 51.0	− 0.30
η Ursae majoris	2		42	37	+ 2.37	+ 49 56.3	− 0.30
υ Bootis	4.5		43	29	+ 2.90	+ 16 25.1	− 0.30
k Centauri	4.5		44	27	+ 3.44	− 32 22.4	− 0.30
h »	4.5		46	1	+ 3.43	− 31 18.6	− 0.30
ζ »	3		47	45	+ 3.71	− 46 40.3	− 0.30
η Bootis	3		48	44	+ 2.86	+ 19 1.5	− 0.30
β Centauri	1		55	1	+ 4.16	− 59 46.1	− 0.29
τ Virginis	4		55	17	+ 3.05	+ 2 9.0	− 0.29
π Hydrae	4.3		59	15	+ 3.40	− 26 4.7	− 0.29
θ Centauri	3		59	21	+ 3.55	− 35 45.0	− 0.29
α Draconis	3.4	14	1	0	+ 1.62	+ 64 58.4	− 0.29
λ Virginis	4.5		6	14	+ 3.19	− 9 41.5	− 0.28
κ Bootis	4.5		9	0	+ 2.15	+ 52 22.5	− 0.28
ι Virginis	4		9	28	+ 3.14	− 5 24.2	− 0.29
α Bootis	1		9	58	+ 2.73	+ 19 50.0	− 0.31
ι Lupi	4		11	25	+ 3.81	− 45 28.9	− 0.28
λ Bootis	4		11	38	+ 2.29	+ 46 39.8	− 0.28
ι »	4.5		11	44	+ 2.13	+ 51 56.7	− 0.28
θ »	4.3		20	56	+ 2.04	+ 52 25.7	− 0.28
ρ »	4.3		26	27	+ 2.59	+ 30 55.3	− 0.27
γ »	3.2		27	3	+ 2.42	+ 38 51.3	− 0.27
η Centauri	3		27	35	+ 3.78	− 41 36.5	− 0.27
α² »	1		31	8	+ 4.03	− 60 18.9	− 0.26
α Circini	4		32	27	+ 4.80	− 64 25.6	− 0.26
α Lupi	3		33	38	+ 3.96	− 46 51.0	− 0.26
σ Bootis	4		34	51	+ 2.82	+ 16 57.3	− 0.26
ζ »	3.4		35	11	+ 2.86	+ 14 15.9	− 0.26
μ Virginis	4		36	28	+ 3.16	− 5 6.8	− 0.26
ε Bootis	2.3		39	32	+ 2.62	+ 27 36.1	− 0.26
109 Virginis	4.3		39	56	+ 3.03	+ 2 25.2	− 0.26
α¹ Librae	3		43	46	+ 3.31	− 15 28.6	− 0.25
α² »	3		43	58	+ 3.31	− 15 31.2	− 0.25
ξ Bootis	4		45	37	+ 2.76	+ 19 37.2	− 0.25
β Lupi	3		[illegible]	21	+ 3.90	− 42 37.7	− 0.25
κ Centauri	3		[illegible]	2	+ 3.88	− 41 36.0	− 0.25
β Ursae minoris	2		51	5	− 0.25	+ 74 40.0	− 0.25
γ Scorpii	3.4		56	46	+ 3.50	− 24 47.3	− 0.24
β Bootis	3		57	14	+ 2.26	+ 40 53.1	− 0.24
ψ »	4.5		59	5	+ 2.57	+ 27 26.2	− 0.24
ζ Lupi	4	15	3	19	+ 4.28	− 51 37.3	− 0.23
γ Trianguli aust.	3		7	16	+ 5.51	− 68 12.9	− 0.23
β Librae	2		10	17	+ 3.23	− 8 55.2	− 0.23
δ Bootis	3		10	28	+ 2.42	+ 33 46.9	− 0.23
δ Lupi	4		13	10	+ 3.91	− 40 11.7	− 0.22
ε »	4		14	12	+ 4.05	− 44 14.3	− 0.22
μ Bootis	4.3		19	46	+ 2.27	+ 37 49.0	− 0.21
γ Ursae minoris	3		20	57	− 0.14	+ 72 16.7	− 0.21
ι Draconis	3		22	9	+ 1.33	+ 59 24.3	− 0.21
β Coronae bor.	4.3		22	41	+ 2.48	+ 29 32.3	− 0.21
ν¹ Bootis pr.	4.5		26	26	+ 2.15	+ 41 15.6	− 0.21
γ Lupi	3		26	49	+ 3.98	− 40 44.7	− 0.21
ν² Bootis seq.	4.5		27	18	+ 2.14	+ 41 19.5	− 0.21
θ Coronae	4		27	53	+ 2.41	+ 31 46.9	− 0.21
γ Librae	4.5		28	32	+ 3.34	− 14 22.3	− 0.21
δ Serpentis	3.4		28	50	+ 2.87	+ 10 57.5	− 0.21
α Coronae bor.	2		29	24	+ 2.54	+ 27 8.2	− 0.21
Scorpii	4.5		29	26	+ 3.63	− 27 43.1	− 0.20
ε »	4.5		30	59	+ 3.67	− 29 21.9	− 0.20
ζ Coronae	4		34	40	+ 2.26	+ 37 2.5	− 0.20
γ »	4.3		37	30	+ 2.52	+ 26 41.6	− 0.19
α Serpentis	2.3		38	7	+ 2.95	+ 6 49.2	− 0.19
λ »	4.5		40	23	+ 2.92	+ 7 44.8	− 0.19
β »	3.4		40	25	+ 2.77	+ 15 48.9	− 0.19
μ »	3.4		43	6	+ 3.13	− 3 2.8	− 0.19
κ »	4		43	7	+ 2.70	+ 18 31.7	− 0.19
β Trianguli aust.	3		44	10	+ 5.25	− 63 2.3	− 0.19

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung. h	m	s	Jährliche Aenderung.	Abweichung. ° ′	Jährliche Aenderung.
ε Serpentis	3.4	15	44	35	+ 2ˢ.99	+ 4 51′.3	− 0′.19
ζ Ursae minoris	4.5		48	33	− 2.30	+ 78 10.7	− 0.18
γ Serpentis	4.3		50	41	+ 2.77	+ 16 4.3	− 0.18
π Scorpii	3		51	18	+ 3.62	− 25 45.2	− 0.20
ε Coronae	4		52	35	+ 2.48	+ 27 14.5	− 0.18
δ Scorpii	2.3		52	57	+ 3.54	− 22 15.8	− 0.18
η Lupi	4.5		55	1	+ 3.97	− 38 15.1	− 0.17
ξ Scorpii	4.5		57	30	+ 3.30	− 11 1.6	− 0.17
β »	2		58	10	+ 3.48	− 19 27.7	− 0.17
υ Herculis	4.5		58	54	+ 1.86	+ 46 23.1	− 0.17
θ Draconis	4.3		59	33	+ 1.11	+ 58 54.0	− 0.16
ν Scorpii	4	16	4	44	+ 3.47	− 19 8.0	− 0.16
φ Herculis	4		4	50	+ 1.88	+ 45 15.8	− 0.16
δ Ophiuchi	3		7	48	+ 3.14	− 3 22.3	− 0.16
ε »	3.4		11	42	+ 3.17	− 4 23.2	− 0.15
σ Scorpii	3.4		13	36	+ 3.64	− 25 17.4	− 0.15
τ Herculis	3.4		15	59	+ 1.80	+ 46 36.7	− 0.15
γ »	3		16	24	+ 2.64	+ 19 26.9	− 0.15
α Scorpii	1		21	45	+ 3.67	− 26 9.1	− 0.14
η Draconis	3.2		22	18	+ 0.81	+ 61 47.9	− 0.14
λ Ophiuchi	4.3		24	37	+ 3.03	+ 2 15.6	− 0.14
β Herculis	2.3		24	51	+ 2.58	+ 21 45.8	− 0.13
τ Scorpii	3.4		28	6	+ 3.72	− 27 57.2	− 0.13
σ Herculis	4		30	4	+ 1.93	+ 42 41.8	− 0.13
ζ Ophiuchi	3.2		30	17	+ 3.30	− 10 18.7	− 0.13
16 Draconis	4.5		33	14	+ 1.41	+ 53 9.1	− 0.12
α Trianguli aust.	2		35	27	+ 6.28	− 68 47.7	− 0.12
ζ Herculis	3.2		36	35	+ 2.26	+ 31 49.8	− 0.11
η »	3		38	37	+ 2.06	+ 39 9.7	− 0.12
η Arae	4		39	0	+ 5.14	− 58 49.9	− 0.12
ε Scorpii	3		42	6	+ 3.92	− 34 3.7	− 0.11
μ¹ Scorpii	3		43	24	+ 4.05	− 37 49.9	− 0.11
μ² »	4		43	52	+ 4.05	− 37 48.1	− 0.11
52 Herculis	4.5		45	34	+ 1.75	+ 46 12.2	− 0.11
ζ² Scorpii	3		45	48	+ 4.22	− 42 8.7	− 0.11
ι Ophiuchi	4.5		48	6	+ 2.84	+ 10 22.3	− 0.10
ζ Arae	3		48	17	+ 4.94	− 55 47.4	− 0.10
ε¹ »	4		49	38	+ 4.76	− 52 58.0	− 0.10
κ Ophiuchi	3.4		51	45	+ 2.83	+ 9 34.3	− 0.10
ε Herculis	3.4		55	30	+ 2.29	+ 31 6.7	− 0.09
ε Ursae minoris	4.5		58	51	− 6.39	+ 82 14.4	− 0.09
η Scorpii	3	17	3	12	+ 4.28	− 43 4.2	− 0.08
η Ophiuchi	2.3		3	13	+ 3.43	− 15 34.1	− 0.08
ζ Draconis	3		8	26	+ 0.16	+ 65 52.1	− 0.07
α Herculis	3 4		8	57	+ 2.73	+ 14 32.1	− 0.07
δ »	3		9	54	+ 2.46	+ 24 59.3	− 0.07
π »	3.4		10	42	+ 2.09	+ 36 57.1	− 0.07
θ Ophiuchi	3.4		14	20	+ 3.68	− 24 52.4	− 0.07
γ Arae	3		14	53	+ 5.03	− 56 15.4	− 0.07
β »	3		14	55	+ 4.97	− 55 24.5	− 0.07
ρ Herculis	4		19	22	+ 2.07	+ 37 15.7	− 0.07
δ Arae	4		19	49	+ 5.40	− 60 34.5	− 0.06
α »	3		22	11	+ 4.63	− 49 46.4	− 0.06
υ Scorpii	3		22	16	+ 4.07	− 37 11.6	− 0.06
λ »	3		25	8	+ 4.07	− 37 0.6	− 0.05
β Draconis	3.2		27	37	+ 1.35	+ 52 23.7	− 0.05
θ Scorpii	3		28	20	+ 4.30	− 42 55.0	− 0.05
α Ophiuchi	2		29	8	+ 2.78	+ 12 39.2	− 0.05
ν Draconis	4.5		29	43	+ 1.13	+ 55 16.2	− 0.04
ξ Serpentis	4.3		30	26	+ 3.43	− 15 20.2	− 0.04
κ Scorpii	3		33	51	+ 4.14	− 38 57.8	− 0.04
ι Herculis	3.4		35	56	+ 1.70	+ 46 4.4	− 0.04
β Ophiuchi	3		37	18	+ 2.96	+ 4 37.3	− 0.03
ι¹ Scorpii	3		38	51	+ 4.19	− 40 4.6	− 0.03
»	4		41	21	+ 4.08	− 37 0.1	− 0.03
μ Herculis	3.4		41	34	+ 2.34	+ 27 47.7	− 0.04
γ Ophiuchi	4.3		41	37	+ 3.00	+ 2 45.3	− 0.03
ψ Draconis	4.5		44	9	− 1.09	+ 72 12.2	− 0.02
ξ »	3.4		51	22	+ 1.04	+ 56 53.6	− 0.01
θ Herculis	4		51	58	+ 2.05	+ 37 16.1	− 0.01
ν Ophiuchi	4.3		52	9	+ 3.30	− 9 45.4	− 0.01
ξ Herculis	4.3		52	54	+ 2.33	+ 29 15.7	− 0.01
γ Draconis	2.3		53	42	+ 1.39	+ 51 30.2	− 0.01
ν Herculis	4.5		53	43	+ 2.29	+ 30 11.8	− 0.01
67 Ophiuchi	4		54	23	+ 3.00	+ 2 56.4	− 0.01
68 »	4.5		55	35	+ 3.04	+ 1 18.5	− 0.01
95 Herculis	4.5		56	12	+ 2.54	+ 21 35.7	− 0.01
θ Arae	4		56	54	+ 4.67	− 50 5.9	− 0.01
γ¹ Sagittarii	4		57	2	+ 3.83	− 29 35.0	− 0.01
γ² »	4		57	47	+ 3.84	− 30 25.4	− 0.01
70 Ophiuchi	4		59	18	+ 3.01	+ 2 32.2	− 0.01
72 »	3.4	18	1	25	+ 2.84	+ 9 32.8	0.00
ο Herculis	4 3		2	40	+ 2.34	+ 28 44.8	0.00
102 »	4.5		3	25	+ 2.56	+ 20 47.8	0.00
μ Sagittarii	4		6	17	+ 3.59	− 21 5.4	+ 0.01
ε Telescopii	4		9	10	+ 4.07	− 36 47.7	+ 0.01
δ Ursae minoris	4.5		12	39	− 19.40	+ 86 36.4	+ 0.02
δ Sagittarii	3.4		12	59	+ 3.84	− 29 52.8	+ 0.02
η Serpentis	3		14	50	+ 3.10	− 2 55.8	+ 0.01
ε Sagittarii	3 2		15	53	+ 3.99	− 34 26.4	+ 0.02
α Telescopii	4		17	42	+ 4.45	− 46 2.1	+ 0.02
109 Herculis	4		18	22	+ 2.55	+ 21 42.9	+ 0.02
λ Sagittarii	3		20	16	+ 3.71	− 25 29.3	+ 0.03
φ Draconis	4.5		22	33	− 0.85	+ 71 16.2	+ 0.0[illegible]

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung. h	m	s	Jährliche Aenderung.	Abweichung. °	′	Jährliche Aenderung.
γ Draconis	4.3	18	23	18	− 1ˢ.08	+ 72	40′.7	+ 0′.03
ζ Pavonis	4		28	26	+ 7.04	− 71	31.8	+ 0.04
α Lyrae	1		32	42	+ 2.03	+ 38	40.1	+ 0.05
φ Sagittarii	4.3		37	51	+ 3.75	− 27	7.1	+ 0.05
ε Lyrae	4.5		40	12	+ 1.99	+ 39	32.4	+ 0.06
110 Herculis	4		40	17	+ 2.58	+ 20	25.7	+ 0.05
ζ Lyrae	4.5		40	28	+ 2.06	+ 37	28.6	+ 0.06
111 Herculis	4.5		41	30	+ 2.64	+ 18	2.6	+ 0.07
β Lyrae	4		45	28	+ 2.21	+ 33	13.1	+ 0.07
σ Sagittarii	2.3		47	31	+ 3.72	− 26	27.1	+ 0.07
113 Herculis	4.5		49	28	+ 2.53	+ 22	29.3	+ 0.07
θ Serpentis	4		50	0	+ 2.98	+ 4	2.6	+ 0.07
δ Lyrae	4.5		50	8	+ 2.10	+ 36	44.5	+ 0.08
ξ² Sagittarii	4		50	16	+ 3.58	− 21	16.1	+ 0.07
ε Aquilae	4		53	57	+ 2.72	+ 14	54.0	+ 0.08
γ Lyrae	3.4		54	16	+ 2.25	+ 32	31.2	+ 0.08
ζ Sagittarii	3.4		54	40	+ 3.82	− 30	3.4	+ 0.08
ο »	4		57	11	+ 3.59	− 21	55.3	+ 0.08
τ »	4.3		59	8	+ 3.75	− 27	50.9	+ 0.08
λ Aquilae	3.4		59	37	+ 3.19	− 5	4.1	+ 0.08
ζ »	3		59	40	+ 2.75	+ 13	40.7	+ 0.08
π Sagittarii	3	19	2	20	+ 3.57	− 21	13.2	+ 0.09
η Lyrae	4.5		9	30	+ 2.04	+ 38	56.3	+ 0.10
θ »	4.5		12	2	+ 2.08	+ 37	54.7	+ 0.10
δ Draconis	3		12	31	+ 0.03	+ 67	26.5	+ 0.10
β¹ Sagittarii	3		13	39	+ 4.33	− 44	41.6	+ 0.10
β² »	4		14	11	+ 4.34	− 45	2.0	+ 0.10
κ Cygni	4		14	13	+ 1.38	+ 53	8.3	+ 0.11
ρ Sagittarii	4		14	26	+ 3.48	− 18	4.8	+ 0.11
α »	4		15	14	+ 4.16	− 40	50.8	+ 0.11
δ Aquilae	3.4		19	12	+ 3.03	+ 2	52.0	+ 0.11
α Vulpeculae	4.5		23	30	+ 2.50	+ 24	24.8	+ 0.12
β Cygni	3		25	41	+ 2.42	+ 27	41.9	+ 0.12
ι »	4		26	33	+ 1.51	+ 51	27.8	+ 0.12
ι Aquilae	4.5		30	15	+ 3.10	− 1	33.7	+ 0.13
α Sagittae	4.5		34	31	+ 2.68	+ 17	43.7	+ 0.13
β »	4.5		35	26	+ 2.69	+ 17	11.3	+ 0.13
γ Aquilae	3		40	19	+ 2.85	+ 10	18.6	+ 0.14
δ Cygni	3		41	4	+ 1.87	+ 44	49.6	+ 0.14
δ Sagittae	4		41	49	+ 2.68	+ 18	13.6	+ 0.14
α Aquilae	1.2		44	41	+ 2.93	+ 8	32.5	+ 0.15
η »	4		46	6	+ 3.06	+ 0	41.2	+ 0.15
ε Pavonis	4		46	6	+ 7.04	− 73	14.2	+ 0.15
ε Draconis	4		48	35	− 0.17	+ 69	57.0	+ 0.15
β Aquilae	4		49	10	+ 2.95	+ 6	5.8	+ 0.15
η Cygni	4.5		51	37	+ 2.25	+ 34	55.1	+ 0.16
γ Sagittae	4.3		53	12	+ 2.67	+ 19	9.2	+ 0.16
δ Pavonis	4		56	21	+ 5.76	− 66	29.3	+ 0.16
θ Aquilae	3	20	4	51	+ 3.10	− 1	11.4	+ 0.17
ο¹ Cygni	4		9	42	+ 1.89	+ 46	21.8	+ 0.18
33 »	4.5		10	30	+ 1.40	+ 56	11.1	+ 0.18
α¹ Capricorni	3.4		10	43	+ 3.33	− 12	53.6	+ 0.18
α² »	3.4		11	7	+ 3.33	− 12	55.8	+ 0.18
κ Cephei	4.5		13	4	− 1.90	+ 77	20.0	+ 0.18
β Capricorni	3		13	59	+ 3.37	− 15	10.5	+ 0.18
α Pavonis	2		15	45	+ 4.79	− 57	8.0	+ 0.19
γ Cygni	3.2		17	45	+ 2.15	+ 39	51.5	+ 0.19
41 »	4.5		24	17	+ 2.45	+ 29	57.1	+ 0.20
ε Delphini	4		27	14	+ 2.87	+ 10	52.8	+ 0.20
θ Cephei	4		27	29	+ 1.02	+ 62	34.5	+ 0.20
α Indi	3		28	46	+ 4.24	− 47	43.6	+ 0.20
β Delphini	3.4		31	41	+ 2.81	+ 14	9.7	+ 0.20
Aquilae	4.5		31	53	+ 3.10	− 1	32.4	+ 0.21
β Pavonis	3		33	41	+ 5.50	− 66	39.0	+ 0.21
α Delphini	4.3		33	50	+ 2.79	+ 15	28.3	+ 0.21
α Cygni	2.1		37	10	+ 2.04	+ 44	50.1	+ 0.21
δ Delphini	4		37	37	+ 2.80	+ 14	37.6	+ 0.21
ψ Capricorni	4.5		38	42	+ 3.57	− 25	43.0	+ 0.21
52 Cygni	4.5		40	30	+ 2.47	+ 30	15.8	+ 0.21
γ Delphini	3.4		40	51	+ 2.78	+ 15	40.5	+ 0.21
ε Aquarii	4.3		40	54	+ 3.25	− 9	57.1	+ 0.21
ε Cygni	3.2		41	9	+ 2.43	+ 33	30.2	+ 0.22
3 Aquarii	4.5		41	9	+ 3.17	− 5	29.1	+ 0.21
η Cephei	4.3		42	45	+ 1.23	+ 61	21.2	+ 0.23

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung. h	m	s	Jährliche Aenderung.	Abweichung. °	′
ω Capricorni	4.5	20	44	22	+ 3ˢ.59	− 27	23.1
β Indi	4		45	2	+ 4.74	− 58	55.5
ν Cygni	4		52	31	+ 2.23	+ 40	41.2
θ Capricorni	4		58	56	+ 3.37	− 17	42.5
ξ Cygni	4	21	0	23	+ 2.18	+ 43	25.8
ν Aquarii	4.5		2	47	+ 3.27	− 11	55.5
ζ Cygni	3		7	37	+ 2.55	+ 29	42.9
α Equulei	4		9	34	+ 3.00	+ 4	43.5
τ Cygni	4		9	48	+ 2.39	+ 37	30.[illegible]
σ »	4.5		12	30	+ 2.35	+ 38	52.[illegible]
υ »	4.5		12	47	+ 2.46	+ 34	22.4
ι Capricorni	4.5		15	17	+ 3.35	− 17	21.9
α Cephei	3.2		15	36	+ 1.44	+ 62	3.4
γ Pavonis	3		16	5	+ 5.03	− 65	56.[illegible]
1 Pegasi	4.5		16	18	+ 2.77	+ 19	16.5
ζ Capricorni	4		19	32	+ 3.44	− 22	57.1
β Aquarii	3		24	59	+ 3.16	− 6	7.3
β Cephei	3		27	2	+ 0.80	+ 70	0.7
ρ Cygni	4.5		29	17	+ 2.25	+ 45	2.5
γ Capricorni	4.3		33	10	+ 3.32	− 17	13.5
ε Pegasi	2.3		38	3	+ 2.95	+ 9	18.2
μ Cygni	4.5		38	32	+ 2.66	+ 28	10.9
κ Pegasi	4		38	59	+ 2.71	+ 25	4.4
δ Capricorni	3		40	8	+ 3.30	− 16	41.5
π² Cygni	4.5		42	11	+ 2.21	+ 48	43.9
γ Gruis	3		46	21	+ 3.64	− 37	52.1
α Aquarii	3		59	22	+ 3.08	− 0	55.[illegible]
ι »	4.5		59	41	+ 3.24	− 14	[illegible]
α Gruis	2	22	0	20	+ 3.81	− 47	33.9
ι Pegasi	4		1	12	+ 2.79	+ 24	44.1
θ »	3.4		3	54	+ 3.03	+ 5	35.0
π² »	4		4	26	+ 2.66	+ 32	32.9
ζ Cephei	4.3		6	31	+ 2.07	+ 57	35.1
α Toucanae	3		9	56	+ 4.18	− 60	59.9
θ Aquarii	4.5		10	14	+ 3.15	− 8	24.3
γ »	4.3		15	12	+ 3.10	− 2	1.0
3 Lacertae	4.5		18	39	+ 2.35	+ 51	3[illegible].2
δ¹ Gruis	4		21	48	+ 3.61	− 44	9.0
ζ Aquarii	4		22	24	+ 3.08	− 0	29.5
β Piscis aust.	4		24	24	+ 3.42	− 32	59.2
δ Cephei	4		24	33	+ 2.21	+ 57	46.5
α Lacertae	4		26	8	+ 2.44	+ 49	38.4
η Aquarii	4.3		28	56	+ 3.08	− 0	45.1
ε Piscis aust.	4		33	45	+ 3.33	− 27	41.7
β Gruis	3		35	11	+ 3.60	− 47	32.5
ζ Pegasi	3.4		35	14	+ 2.99	+ 10	10.[illegible]
η »	3		37	9	+ 2.81	+ 29	34.1
λ »	4		40	31	+ 2.88	+ 22	54.5
ε Gruis	4		41	0	+ 3.65	− 51	58.4
τ Aquilae	4.5		42	58	+ 3.18	− 14	13.1
μ Pegasi	4		43	58	+ 2.88	+ 23	56.5
ι Cephei	4.3		45	14	+ 2.12	+ 65	32.6
λ Aquarii	4		46	5	+ 3.13	+ 8	14.7
δ »	3		48	1	+ 3.19	− 16	39.1
α Piscis aust.	1.2		50	44	+ 3.33	− 30	17.0
ο Andromedae	4		56	10	+ 2.75	+ 41	39.[illegible]
β Pegasi	2.3		57	43	+ 2.90	+ 27	[illegible]
α »	2		58	32	+ 2.99	+ 14	33.[illegible]
c¹ Aquarii	4.5		59	58	+ 3.23	− 24	25.1
c² »	4	23	2	47	+ 3.20	− 21	51.[illegible]
φ »	4.5		7	41	+ 3.11	− 6	43.2
γ Toucanae	4		10	8	+ 3.55	− 58	55.3
γ Piscium	4		10	41	+ 3.11	+ 2	36.9
θ »	4.5		21	38	+ 3.05	+ 5	41.6
λ Andromedae	4		31	27	+ 2.92	+ 45	46.5
ι »	4		32	0	+ 2.92	+ 42	34.[illegible]
ι Piscium	4.5		33	31	+ 3.09	+ 4	56.9
γ Cephei	3.4		34	14	+ 2.40	+ 76	56.1
κ Andromedae	4		34	15	+ 2.93	+ 43	39.[illegible]
A Aquarii	4		35	16	+ 3.12	− 18	[illegible]
ω² Aquarii	4.5		36	14	+ 3.11	− 15	14.0
Piscis aust.	4.5		42	25	+ 3.13	− 28	49.2
ω Piscium	4		52	54	+ 3.08	+ 6	10.3
2 Ceti	4.5		57	20	+ 3.08	− 18	1.[illegible]

d) Veränderliche Sterne.

Durch genaue Beobachtungen hat man festgestellt, daß ein Theil der Fixsterne nicht immer dieselbe Helligkeit behält, sondern zu gewissen Zeiten schwächer oder heller wird; solche Sterne heißen **veränderliche Sterne.**

Die Angaben der Alten über die Helligkeit der Sterne sind leider so mangelhaft und widersprechend, daß man allein auf neuere Beobachtungen angewiesen ist, und da es an Instrumenten noch fehlt, mit welchen man ganz geringe Aenderungen in der Helligkeit beobachten kann, können wir bisjetzt nur diejenigen veränderlichen Sterne berücksichtigen, deren Helligkeit schon [illegible] Schwankungen unterworfen ist.

Die Zahl der mit Sicherheit als veränderli[illegible] kannten Sterne ist gegenwärtig über 130. Von [illegible] sind aber die meisten, selbst in ihrer größten Hel[illegible] teleskopisch, d. h. schwächer als 6. Größe.

Man unterscheidet bei den veränderlichen Ster[illegible] drei Klassen: 1) solche, die sich regelmäßig verä[illegible] die in jedem Maximum und ebenso in jedem Min[illegible] ihrer Helligkeit dieselbe Größe zeigen, oder die in [illegible] Periode ein Maximum und ein Minimum [illegible] 2) Sterne, die mehrere Maxima und Minima [illegible]

verschiedener Helligkeit haben; 3) Sterne, deren Veränderlichkeit sich noch in kein Gesetz bringen läßt (irregulär veränderlich).

Vor dem Jahre 1700 waren nur 3 oder 4 veränderliche Sterne bekannt: o Ceti (Mira), dessen Veränderlichkeit 1638 von Holwarda entdeckt*) wurde, und der im Maximum zuweilen heller als ein Stern 2. Größe, im Minimum unter 12. Größe ist. Die Periode des Lichtwechsels beträgt im Durchschnitt 331½ Tage, doch ist sie starken Schwankungen unterworfen, da sie zwischen 306 und 367 Tagen liegt. Von seiner größten Helligkeit bis er so schwach als ein Stern 6. Größe wird, braucht der Stern im Durchschnitt 74 Tage, dagegen von der 6. Größe bis zu seinem Maximum nur 43 Tage.

Der zweite veränderliche Stern, β Persei oder Algol, wurde 1667 von Geminiano Montanari als veränderlich erkannt, und seine Periode ist gegenwärtig 2 Tage 20 Stunden 48 Minuten 54 Secunden. Im Maximum gleicht er einem Stern 2. bis 3. Größe, im Minimum einem Stern 4. Größe, er bleibt in jeder Periode 2 Tage 13 Stunden in gleichem Glanze und nur 8 bis 9 Stunden ist er schwächer. Argelander hat gefunden, daß seine Periode mit der Zeit etwas kürzer geworden ist.

Der dritte veränderliche ist χ Cygni, entdeckt im Jahre 1687 von Kirch; er gleicht manchmal in seinem Maximum der Helligkeit einem Stern 4., manchmal nur einem Sterne 6. bis 7. Größe.

Auch kann man P Cygni dazu rechnen, dessen Veränderlichkeit Jansen im Jahre 1600 erkannte, der 1657 von der 3. Größe erschien und jetzt nahe constant 6. Größe ist.

Bis zum Jahre 1800 kannte man 11 oder 13 veränderliche Sterne. Die 8 oder 9, welche im vorigen Jahrhundert hinzukamen, sind R Hydrae, 1704 von Maraldi, R Leonis, 1782 von Koch, η Aquilae, 1784 von Pigott, β Lyrae und δ Cephei, 1784 von Goodricke, α Herculis 1795 von W. Herschel, R Coronae und R Scuti, 1795 von Pigott. Ebenso wurde die Veränderlichkeit von μ Cephei schon von W. Herschel entdeckt, doch kennt man die Periode derselben noch nicht. Die Entdeckung der andern Veränderlichen gehört diesem Jahrhundert an.

Unter den Sternen 1. Größe ist sicher veränderlich α Orionis und η Argus, unter den 2. Größe α Cassiopeja, β Persei, δ Orionis und β Pegasi, also 4. o Ceti und T Coronae sind nicht hierher zu rechnen, weil sie nur für kurze Zeit von der 2. Größe sind. Wenn W. Herschel meint, daß der dreißigste Theil der Sterne überhaupt veränderlich sei, ist diese Annahme wol etwas zu hoch gegriffen, doch ganz geringen Aenderungen scheinen viele Sterne unterworfen zu sein. Bemerkenswerth ist ferner, daß ein großer Theil dieser veränderlichen Sterne röthliches Licht hat und das Spectrum sich wesentlich von dem Spectrum anderer Sterne unterscheidet.

Woher diese Veränderlichkeit kommt, können wir mit Bestimmtheit noch nicht sagen. Von den Hypothesen, welche darüber existiren, führen wir die folgenden auf:

Man kann annehmen, daß die Sterne auf ihrer Oberfläche an verschiedenen Stellen verschiedene Leuchtkraft haben und sich in Rotation befinden, alsdann erklären sich, wenn man die Rotationszeit gleich der Periode der Veränderlichkeit annimmt, die Erscheinungen, welche wir bei der ersten Klasse der veränderlichen Sterne aufgeführt haben. In immer gleichen Perioden müssen dann immer gleich helle Maxima und gleich helle Minima stattfinden. Nimmt man mehrere dunkle oder helle Stellen auf der Oberfläche an, so erklären sich auch verschiedene Maxima und Minima in der Helligkeit.

Für diejenigen Sterne, welche nur ganz kurze Zeit schwächer werden, ist die zweite Hypothese, daß die veränderlichen Sterne von dunkeln Himmelskörpern (Planeten) umkreist werden, die, wenn sie zwischen uns und dem Stern sich vorüber bewegen, uns das Licht entziehen, hinreichend.

Eine dritte Hypothese setzt eine Achsendrehung bei stark abgeplatteter Gestalt und eine starke Schwankung der Umdrehungsaxe gegen die Gesichtslinie voraus, wodurch wir manchmal die sogenannte Breitseite des Himmelskörpers, ein anderes mal die schmale Seite sehen und infolge dessen auch mehr oder weniger Licht empfangen werden.

Als vierte Hypothese kann man endlich annehmen, daß auf Fixsternen Lichtanhäufungen, etwa Verbrennungen, oder Lichtverminderungen vorkommen, die sich entweder periodisch wiederholen oder auch unregelmäßig stattfinden. Ein Analogon haben wir in den Sonnenfackeln und Sonnenflecken. Während die ersten drei Hypothesen nur die Erscheinungen einzelner veränderlicher Sterne erklären, lassen sich durch die vierte Hypothese fast alle Erscheinungen darstellen.

Merkwürdig ist noch, daß bei den meisten veränderlichen Sternen die Lichtzunahme schneller vor sich geht, als die Lichtabnahme.

Endlich ist auch noch zu bemerken, daß die Mehrzahl der veränderlichen Sterne in der Nähe der Milchstraße sich befindet.

In dem folgenden Verzeichnisse der veränderlichen hellern Sterne, die in ihrem größten Lichte wenigstens die fünfte Größenklasse haben, weil unsere Sternkarten mit dieser Größenklasse abschliessen, ist gegeben: in der ersten Columne der Name, in der zweiten und dritten der Ort für 1875, in der vierten und fünften die jährliche Veränderung des Ortes durch die Präcession, in der sechsten und siebenten die Helligkeit im Maximum und Minimum, in der achten die Periode der Veränderlichkeit, in der neunten die Epoche, in welcher das Minimum oder Maximum stattfindet, nebst einigen Bemerkungen.

Bei der Bezeichnung der veränderlichen Sterne sind die Grundsätze beobachtet, daß die veränderlichen Sterne mit den Sternbildern und in diesen mit lateinischen Buchstaben bezeichnet sind, und zwar um eine Verwechselung mit den von Bayer 1603 eingeführten möglichst zu vermeiden, mit den großen Buchstaben des Alphabets von R an. Für die veränderlichen Sterne, welche jedoch bereits Bezeichnungen, meistens mit griechischen Buchstaben, hatten, sind selbige, um keine Verwirrung herbeizuführen, beibehalten.

Unter den hier nicht aufgeführten teleskopischen veränderlichen Sternen sind durch ihre kurze Periode sowol als durch ihre Lichtschwankung merkwürdig: S Cancri, bei welchem die Periode 9 Tage 11 Stunden 37.8 Minuten ist, während 8 Tage 19 Stunden ist er 8.2. Größe, dann geht er innerhalb 6 Stunden bis zur 10.2. Größe herab, um in den nächsten 10 Stunden wieder bis zur 8.2. Größe zu steigen. Bei U Sagittarii ist die Periode 6 Tage 17 Stunden 51.2 Minuten, die Helligkeit schwankt zwischen 7.5 und 9. Größe, bei W Virginis ist die Periode 17.3 Tage, die Helligkeit schwankt zwischen 8.8 und 10.4. Größe.

*) Schon 1596 sah Fabricius diesen Stern als Stern 3. Größe, er verschwand im October desselben Jahres, 1609 erblickte derselbe Beobachter ihn von neuem.

Katalog der hellern veränderlichen Sterne.

Name.	Gerade Aufsteigung 1875.	Abweichung 1875.	Jährliche Aenderung in gerader Aufsteigung.	Jährliche Aenderung in Abweichung.	Größe im Maximum.	Größe im Minimum.	Periode.	Epoche.
	h m s	° ′	s	″				
α Cassiopejae	0 33 25	+ 55 51	3.36	+ 0′.33	2.2	2.8	Irregulär	
o Ceti (Mira)	2 13 2	— 3 33	3.02	+ 0.28	1.7	9.5	331^{d}, 3363	Mittleres Maximum = 1872, Mai 8.
ρ Persei	2 57 10	+ 38 21	3.81	+ 0.24	3.4	4.0	Irregulär	Ein röthlicher Stern.
β *	3 0 2	+ 40 28	3.87	+ 0.24	2.2	3.7	$2^{d}\ 20^{st}\ 48^{m}\ 54^{s}$	Minimum = 1871, Juli 24. 9^{h}.
λ Tauri	3 53 45	+ 12 8	3.31	+ 0.18	3.4	4.3	$3^{d}\ 22^{st}\ 52^{m}, 4$	Minimum = 1871, Juli 14. 22^{h}.
ε Aurigae	4 53 0	+ 43 38	4.29	+ 0.10	3.5	4.5	Irregulär	Farbe weißlich.
δ Orionis	5 25 37	— 0 24	3.06	+ 0.05	2.2	2.7	196^{d}	Die Periode vielleicht 16 Tage.
α *	5 48 24	+ 7 23	3.25	+ 0.02	1.0	1.4	196^{d}	Farbe sehr roth.
S Monocerotis	6 34 6	+ 10 1	3.31	— 0.05	4.9	5.6	$3^{d}\ 10^{st}\ 38^{m}$	Minimum = 1871, Juli 31. 11^{h}.
ζ Geminorum	6 56 41	+ 20 45	3.56	— 0.08	3.7	4.5	$10^{d}\ 3^{st}\ 46^{m}$	Minimum = 1871, Juli 14. Farbe gelbroth.
R Leonis	9 40 50	+ 12 0	3.23	— 0.28	5.0	10.2	$312^{d}, 6$	Minimum = 1871, Februar 25.
η Argo	10 40 13	— 59 2	2.31	— 0.31	1.0	6.0	Irregulär	Gelbroth.
R Hydrae	13 22 53	— 22 38	3.27	— 0.31	4.0	11.0	442^{d}	Maximum = 1871, Juli 5.
δ Librae	14 54 18	— 8 1	3.20	— 0.24	4.9	6.0	$2^{d}\ 7^{st}\ 51^{m}\ 20^{s}$	Minimum = 1871, Juli 22. 13^{h}.
T Coronae	15 54 16	+ 26 16	2.51	— 0.18	2.0	9.3	Irregulär	Leuchtete 1866 im Mai plötzlich als Stern 2. Größe.
g Herculis	16 24 32	+ 42 10	1.97	— 0.13	4.9	6.2	Irregulär	
α *	17 8 57	+ 14 32	2.73	— 0.07	3.1	3.9	Irregulär	Farbe röthlich. Periode vielleicht 66 Tage.
X Sagittarii	17 39 41	— 27 47	3.77	— 0.03	4.0	6.0	$7^{d}\ 0^{st}\ 25^{m}\ 34^{s}$	Maximum = 1871, Juli 6. 13^{h}.
W *	17 57 2	— 29 35	3.83	— 0.01	5.0	6.5	$7^{d}\ 14^{st}\ 8^{m}\ 35^{s}$	Maximum = 1871, Juli 1. 18^{h}.
R Scuti	18 40 49	— 5 50	3.21	+ 0.06	4.7	5.0	$71^{d}, 7$	Minimum = 1871, Juli 6. Farbe roth.
β Lyrae	18 45 28	+ 33 13	2.21	+ 0.06	3.5	4.5	$12^{d}\ 21^{st}\ 51^{m}\ 08$	Hauptminimum = 1871, Juli 23. 3^{h}. Nebenminimum 3,9 Größe.
R *	18 51 32	+ 43 47	1.83	+ 0.08	4.3	4.6	46^{d}	Periode unsicher. Farbe röthlich.
X Cygni	19 45 46	+ 32 36	2.31	+ 0.15	4.0	13.0	$406^{d}, 12$	Maximum = 1871, Juli 16. Farbe rothgelb.
η Aquilae	19 46 6	+ 0 41	3.06	+ 0.15	3.5	4.7	$7^{d}\ 4^{st}\ 14^{m}\ 4^{s}$	Minimum = 1871, Juli 11. 2^{h}.
P Cygni	20 13 11	+ 37 39	2.21	+ 0.18	3.0	6.0	Irregulär	Wurde 1600 plötzlich wahrgenommen.
T *	20 42 12	+ 33 55	2.39	+ 0.22	5.0	6.0	Irregulär	
μ Cephei	21 39 41	+ 58 12	1.83	+ 0.27	4.0	5.0	Irregulär	Sehr roth.
δ *	22 24 32	+ 57 47	2.21	+ 0.31	3.7	4.9	$5^{d}\ 8^{st}\ 47^{m}\ 40^{s}$	Minimum = 1871, Juli 7. 13^{h}.
β Pegasi	22 57 43	+ 27 24	2.90	+ 0.32	2.2	2.7	Irregulär	Farbe orange.
R Cassiopejae	23 52 4	+ 50 41	3.01	+ 0.33	4.8	12.0	$428^{d}, 9$	Maximum = 1870, Dec. 11. Farbe intensiv roth.

e) Neu erschienene Sterne.

Mit den veränderlichen Sternen nahe verwandt sind die plötzlich erschienenen und wieder verschwundenen Sterne, jedoch ist jetzt sicher, daß ein Theil dieser neuen Sterne, wie man sie nennt, zu den veränderlichen gehört, wenn auch ihre Veränderlichkeit keine regelmäßige ist. Auch diese Sterne haben sich meistens in der Nähe der Milchstraße gezeigt und ihre Farbe häufig geändert.

In den alten Chroniken, besonders aber in den chinesischen Annalen, sind vielfach neue Sterne aufgeführt, jedoch ist die Beschreibung so mangelhaft, daß man nicht weiß, ob man es mit wirklichen neuen Sternen, oder nur mit plötzlich erschienenen Meteoren zu thun hat. Für uns genügt es, von einigen dieser Sterne, welche mit Sicherheit beobachtet sind, kurze Notizen zu geben.

Nach den chinesischen Annalen sowol als auch nach der Nachricht des Plinius erschien im Jahr 134 vor Christi Geburt im Storpion ein heller Stern, welcher den Astronomen Hipparch veranlaßte, ein genaues Verzeichniß derjenigen Sterne anzufertigen, welche man damals sah. Es entstand daraus der schon erwähnte Katalog von 1026 Sternen, welchen Ptolemäus im „Almagest" gibt.

Der berühmteste der neu erschienenen Sterne ist der Tychonische vom Jahre 1572 (1875 AR = $0^{h}\ 17^{m}\ 52^{s}$, δ = + 63° 27′). Tycho Brahe beobachtete ihn am 11. Nov. und sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Wega und des Jupiter, er konnte am besten mit der Venus verglichen werden. Doch schon im December nahm seine Helligkeit ab, im Januar 1573 glich er dem Jupiter, im Februar und März nur noch Sternen 1. Größe; für April und Mai war er so hell als Sterne 2. Größe und so nahm er ab, bis er im Nov. 1573 nur noch einem Sterne 4. Größe glich und im März 1574 für das bloße Auge spurlos verschwand, nachdem er 17 Monate sichtbar gewesen war. Farbe dieses Sterns war in den ersten 2 Monaten seiner Sichtbarkeit weiß, dann wurde sie gelb, im Januar 1573 nennt Tycho sie roth, im Mai lebhaft weiße Farbe zurück und so blieb der Stern bis zu Verschwinden.

Im Jahre 1604 erschien im Sternbilde des Ophiuchus (1875 AR = $17^{h}\ 23^{m}\ 9^{s}$, δ = — 21° 22′) ein Stern, den besonders Kepler beobachtete und der deshalb Kepler'sche Stern genannt wird. Am 10. Oct. leuchtete er glänzte er heller als Jupiter und Saturn, doch weniger hell als Venus. Anfang Jan. 1605 war er heller als Antares, aber von geringerer Helligkeit als Arktur; Ende März glich er nur noch einem Stern 3. Größe und zwischen Febr. und März 1606 verschwand er dem bloßen Auge.

Im Jahr 1670 am 20. Juni sah Anthelme bei β Cygni einen neuen Stern 3. Größe (1875 AR = $19^{h}\ 42^{m}\ 26^{s}$, δ = + 27° 0′), welcher am 20. Aug. nur noch 5. Größe war und der nach drei Wochen verschwand; am 17. März 1671 war er wieder 4. Größe. Ende März 1672 verschwand er und ist seitdem nicht wieder gesehen.

Im Jahre 1848 wurde ein von Hind im Ophiuchus gefundener Stern (Mira Ophiuchi) (1875 AR = $52^{m}\ 30^{s}$, δ = — 12° 42′) zu den neuen Sternen gerechnet, doch gehört selbiger, obwol er zu seiner Zeit hell ist, in der Hind ihn sah (5. Größe), nicht zu den veränderlichen, wahrscheinlich zu den Veränderlichen. Er ist jetzt im Fernrohr als ein schwacher, oft mehr oder weniger heller Stern erscheint.

Ebenso ist ein Stern in der Krone (T Coronae 1866 AR = $15^{h}\ 54^{m}\ 16^{s}$, δ = + 26° 16′), im Jahre 1866 im Mai plötzlich als Stern 2. Größe gesehen und seitdem als ein Stern zwischen 8. und 10. Größe sichtbar, unter den veränderlichen aufgeführt.

Wie diese neuen Sterne entstehen, was für Hypothesen

körper sie sind, darüber ist man bei weitem noch nicht im Klaren. Verschiedene von den Alten, von Tycho Brahe, Riccioli u. a. aufgestellte Hypothesen sind nicht mehr stichhaltig. Höchst wahrscheinlich sind es Himmelskörper, auf denen Ansammlungen von Gasen durch irgendeine Ursache entzündet werden, dann nach und nach verbrennen, sodaß nur während dieser Zeit die Sterne hell aufleuchten und nachher in durch die weite Entfernung bedingte Unsichtbarkeit zurückkehren. Möglich auch, daß sich im Weltraum kosmisches Gewölk durch irgendwelche Kräfte zusammenballt, plötzlich durch irgendeine Ursache leuchtend wird und die Erscheinung neuer Sterne hervorruft.

f) Die Milchstraße.

Jeder aufmerksame Beobachter wird am Himmel in der Vertheilung der Sterne eine große Verschiedenheit wahrnehmen, an einigen Stellen sind nur wenig, an andern Stellen viele Sterne aufgehäuft. Ganz besonders aber fällt ein über den ganzen Himmel gehender, sich oft in mehrere Theile spaltender Streifen ins Auge, der weißlich, milchig schimmert und daher die Milchstraße (via lactea) genannt wird. Auf der nördlichen Halbkugel des Sternhimmels zieht durch das Sternbild der Cassiopeja die Milchstraße (Taf. 1, Fig. 1), welche hier nahe am schmälsten ist; nur ein Hauptstrom ist erkennbar, welcher durch den Perseus geht und mit geringer Helligkeit im Fuhrmann erscheint. Im Stier wird die Milchstraße breiter und scheint sich zu theilen, da sie in der Mitte dunkler ist. Sie schließt in sich das Sommersolstitium der Ekliptik, berührt den Orion, zieht sich nach dem Aequator, den sie im Einhorn durchschneidet. Von hier an auf der südlichen Halbkugel (Taf. 2, Fig. 1) nimmt ihre Helligkeit an beiden Rändern beträchtlich zu, im Schiffe Argo erscheint sie wieder ganz schmal, wird etwas schwächer in der Nähe von γ und ε Argus, dann wieder breiter, aber schmeik wieder schmäler gegen das südliche Kreuz, wo sie einen Streifen von nur 3—4° Breite bildet. Gleich darauf dehnt sie sich zu einer hellern und breitern Masse aus, welche den Stern α Crucis einschließt, darauf trennt sich ein Zweig ab, welcher sich bis in den Wolf (Lupus) hineinzieht und dort verschwindet. Bei β und α Centauri sieht man einen schwarzen birnförmigen Fleck — Kohlensack — eine sehr merkwürdige Gegend des südlichen Himmels, die ihre auffallende Dunkelheit nur dem Contraste mit einer der hellsten Gegenden der Milchstraße verdankt. Bei dem Sternbilde des Winkelmaßes (Norma) entsteht eine neue Theilung der Milchstraße. Der südliche Strom ist der Hauptstrom, geht durch den Altar, einen Theil des Skorpions, nach dem Schützen, wo er in der Nähe des Wintersolstitienpunktes die Ekliptik durchschneidet, dann läuft er in ununterbrochen flockiger Gestalt fort durch den Adler (vgl. wieder Taf. 1), den Pfeil, den Fuchs bis zum Schwan, wo er sich mit dem nördlichen Zweige, welcher anfangs unregelmäßige Formen hat, sich durch den Ophiuchus und Fuchs zieht, vereinigt. Hier beginnt eine sehr unregelmäßige Gegend, zwischen ε, γ und α im Schwan ist eine breite dunkle Lücke, die gleichsam einen Mittelpunkt bildet, von dem wieder mehrere Ströme auslaufen. Der Hauptstrom geht zur Cassiopeja, von wo wir ausgegangen sind.

Die Milchstraße erscheint im Fernrohr ganz anders als mit bloßem Auge: der Lichtschimmer verschwindet und an dessen Stelle treten eine große Anzahl telescopischer Sterne, die für das bloße Auge zu schwach und zu nahe beieinander stehen, um ohne Telescope einzeln und voneinander getrennt gesehen werden zu können. An einzelnen Stellen sind die Sterne so zahlreich zu kleinen Haufen vereinigt, daß nur die stärksten Fernröhre im Stande sind, erkennen zu lassen, daß es einzelne Sterne sind. Solche Haufen heißen Sternhaufen, und wegen der großen Anzahl von Sternen in ihnen werden diese wieder einem Beobachter, der sich in dem Sternhaufen selbst, sei es in der Mitte, sei es nahe an der Grenze, befindet, als eine neue Milchstraße erscheinen müssen.

Andere Stellen in der Milchstraße lassen sich aber selbst in den stärksten Fernröhren nicht in einzelne Sterne auflösen, sie bleiben immer von nebelhaftem Ansehen und gleichen weißen, wolligen Flocken, welche Nebelflecke heißen. Sternhaufen und Nebelflecke sind aber, wenn auch minder zahlreich als in der Milchstraße, über den ganzen Himmel verbreitet, und man hat diesen Objecten seit etwas mehr als hundert Jahren besondere Beobachtung geschenkt.

g) Sternhaufen und Nebelflecke.

Einige dieser Objecte sind bald nach der Entdeckung des Fernrohrs wahrgenommen. Ein Nebelfleck in der Andromeda wurde bereits im Jahre 1612 von Simon Marius gesehen, der große Nebel im Orion ist zuerst im Jahre 1659 von Huyghens beschrieben worden. Einige andere, dem bloßen Auge leichter sichtbare, hat man schon sehr früh gekannt und gehören hierher, wenn man die Sternhaufen im weitesten Sinne des Wortes nimmt, auf der nördlichen Himmelskugel die Plejaden, die Krippe im Krebs, auf der südlichen Hemisphäre zwei weiße, helle Flecken, welche die Magellanischen Wolken oder Capwolken genannt werden und schon vor der Entdeckung Amerikas den Schiffern, welche von Bab-el-Mandeb nach Indien gingen, nicht unbekannt waren.

Doch erst Messier brachte die Nebelflecken und Sternhaufen, welche er mit schwachen Fernröhren sah und die viele Aehnlichkeit mit kleinen Kometen haben, in ein Verzeichniß, weil er ihre Lage kennen mußte, um sie bei seinen Nachforschungen von neuentdeckten Kometen unterscheiden zu können.

William Herschel durchsuchte systematisch mit seinen guten Telescopen den Himmel nach diesen Objecten und entdeckte mehr als 3000, welchen sein berühmter Sohn John Herschel durch Beobachtungen, besonders am Cap der guten Hoffnung, noch mehrere Tausende hinzufügte und in neuester Zeit ist die Zahl der Nebel durch andere Astronomen, wenn auch nicht bedeutend, doch mehrfach vergrößert worden.

William Herschel theilte die Nebel und Sternhaufen in acht verschiedene Klassen, die wenigstens im allgemeinen einen Ueberblick über die eigenthümliche, oft wunderbare Form und Gestaltung geben.

Die erste Klasse enthält die hellglänzenden Nebel, die sich auch durch die besten Telescope nicht in Sterne auflösen lassen, deren führt Herschel 288 auf. In die zweite Klasse rechnet er lichtschwächere Nebel, sein Verzeichniß hat 907, in die dritte die sehr mattschimmernden, ebenfalls unauflösbaren Nebel, die Zahl ist 978. Die vierte Klasse nennt er planetarische Nebel, die sich durch kreisrunde Gestalt von 5, 10 und mehr Secunden Durchmesser und durch gleiche Lichtmenge in allen ihren Theilen auszeichnen, während die Gestalt der Objecte der ersten drei Klassen eine völlig unregelmäßige und die Lichtmenge in den einzelnen Theilen eine sehr verschiedene ist. In die vierte Klasse rechnet er auch die Nebelsterne und Sternnebel, von welchen die ersten belleuchtende Fixsterne mit kreisrunden, nebeligen Atmosphären sind, deren Grenzen sich allmählich verlieren, während die Sternnebel aus Fixsternen bestehen, um welche ein Nebel von besonders

Gestalt, etwa der eines Fächers oder eines Wulstes, befindlich ist.

Die fünfte Klasse enthält 52 sehr große und oft mehrere Quadratgrade ausgebreitete Nebelstellen mit auslaufenden Zweigen oder Armen.

Die sechste, siebente und achte Klasse enthalten die Sterngruppen, die Sternhaufen und die eigentlichen Anhäufungen kleiner, dichtgedrängter Sterne. In die sechste Klasse gehören die sehr sternreichen Flecke am Himmel, in die siebente mehr dichtgedrängte und meistens kreisrunde Sternhaufen und in die achte unordentlich zerstreute Gruppen von kleinen Fixsternen, deren erster Anblick aber zeigt, daß sie zusammengehören und ein eigenes System von Fixsternen am Himmel bilden.

Erwähnt ist schon, daß eine große Zahl dieser Sternhaufen und Nebelflecke in der Milchstraße oder deren Nähe sich befindet; sie sind hauptsächlich im Orion, im Schiff Argo, im Schützen und Schwan und besonders in einer Zone, welche durch den Löwen, den großen Bären, die Jagdhunde, das Haupthaar der Berenice, den Bootes und die Jungfrau geht, angehäuft. Am südlichen Sternhimmel sind sie verhältnißmäßig gleichmäßiger vertheilt als am nördlichen, nur in den Capwolken sind sie ungemein concentrirt. Die Nebelmassen nehmen am Himmel einen bedeutenden Raum ein und W. Herschel schätzt die Flächenräume, welche die von ihm beobachteten Nebel einnehmen, auf über 200 Quadratgrade, ein Beweis, wie groß diese Massen sind.

Ueber Veränderungen der Nebelflecke in Betreff des Ortes haben wir noch keine ganz sichere Grundlage, obwol es scheint, daß bei einem Doppelnebel in den Zwillingen (AR = $7^h\ 17^m\ 40^s$, δ = + 29° 44′) die Entfernung zwischen beiden sich geändert hat. Dagegen ist mit ziemlicher Sicherheit constatirt, daß einige ihre Helligkeit geändert haben. So wurde ein Nebel im Stier (AR = $3^h\ 21^m\ 37^s$, δ = + 30° 57′) 1859 mit einem dreizölligen Objectiv, 1862 kaum mit einem zehnzölligen gesehen; ebenso ist ein Nebel in den Plejaden (AR = $3^h\ 38^m\ 45^s$, δ = + 23° 24′) jetzt nur mit Mühe zu finden, während er 1859 schon mit einem kleinen Fernrohr zu sehen war. Endlich ein dritter N (AR = $4^h\ 40^m\ 40^s$, δ = + 19° 13′) konnte 1856 Mondschein gesehen werden und 1862 war er nur dem großen pulkowaer Refractor eben sichtbar.

Ueber die Natur der Nebel wissen wir noch nic Kosmische, im ganzen Weltraum verbreitete Ur Massen ballen sich vielleicht zusammen und nehmen nach den in ihnen vorgehenden Kämpfen um das Gl gewicht die verschiedensten Formen an, und die Ar welcher man eine Zeit lang früher zugethan war, alle Nebelflecke nur zu dicht gedrängte Sternhaufen seien, als daß man sie mit unsern jetzigen optischen Hülfsmitteln auflösen könnte, hat durch die neuen Untersuchungen der Spectralanalyse eine, wenn nicht absolut sichere, doch sehr wahrscheinliche Widerlegung gefunden. Das Spectrum dieser Nebel erscheint nicht wie das der Fixsterne continuirlich, d. h. ununterbrochen, sondern discontinuirlich, besteht aus mehrern hellen Linien, ähnlich dem Spectrum der Gase.

Das vollständigste Verzeichniß von Sternhaufen und Nebelflecken mit Benutzung der frühern hat John Herschel in den „Philosophical Transactions" für 1864 unter dem Titel: „Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars. By Sir John Frederick William Herschel", welches 5079 Objecte enthält, herausgegeben.

Wir führen hier die hellern, welche schon mit kleinern Fernröhren sichtbar und meistens schon von Messier beobachtet sind, und einige der interessantesten und merkwürdigsten auf. In dem folgenden Verzeichniß enthält die erste Columne die laufende Nummer, die zweite Columne die Nummer im obigen Katalog von J. Herschel von 1864, die dritte Columne die Nummer des Messier'schen Verzeichnisses, die vierte und fünfte Columne die gerade Aufsteigung (AR) und Abweichung (δ), beides für 1875, die fünfte und siebente die jährliche Veränderung in AR und δ, und endlich die Bemerkungen über die Eigenthümlichkeiten, der Nebel.

Katalog vorzüglicher Nebel und Sternhaufen.

Laufende Nummer.	Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
			h m s		°		
1	20	.	0 6 19	+ 3ˢ.19	+ 71 49′.6	+ 0′.33	Sternnebel, ein Stern 10. Gr. mit runder gutbegrenzter Lichtsphäre
2	52	.	0 18 28	+ 2.72	− 72 46.6	+ 0.33	Großer Sternhaufe im Toucan, in der Mitte verdichtet. S. Taf. 2, Fig.
3	116	31	0 35 53	+ 3.25	+ 40 35.0	+ 0.33	Der große Andromeda-Nebel, schon dem bloßen Auge sichtbar. Herschel hat ihm eine große Anzahl Sterne gesehen.
4	117	32	0 35 54	+ 3.25	+ 40 10.7	+ 0.33	Großer, runder, schöner Nebel, nach der Mitte zu heller.
5	256	.	1 11 21	+ 3.72	+ 57 40.2	+ 0.32	Doppelstern, der hellere 10. Größe, in der Mitte eines runden Sternhaufens stehend.
6	307	.	1 18 14	+ 3.14	+ 8 52.9	+ 0.31	Sehr heller, runder und gegen die Mitte rasch an Licht zunehmender Nebel von 1′ Durchmesser.
7	352	33	1 26 47	+ 3.36	+ 30 1.2	+ 0.31	Großer, runder, sehr heller Nebel mit vielen Sternen.
8	372	74	1 29 59	+ 3.21	+ 15 8.8	+ 0.31	Kugelförmiger Sternhaufe.
9	385	76	1 34 19	+ 3.33	+ 50 55.7	+ 0.31	Heller Doppelnebel.
10	400	.	1 42 25	+ 3.13	+ 5 17.3	+ 0.30	Ein Stern 9. Größe steht am äußersten Ende eines sehr feinen Nebelstreifens.
11	428	.	1 45 49	+ 3.57	+ 40 6.8	+ 0.30	55 Andromedae. Feiner Doppelstern mit einer runden Lichtsphäre von 90″ Durchmesser.
12	.	.	2 10 19	+ 4.16	+ 56 33.4	+ 0.28	Sternhaufen im Perseus, dem bloßen Auge als lichte Wolke auffallend, steht aus Sternen 6.—14. Größe; er hat zwei Mittelpunkte und ist dichtung und in der Mitte einen rothen Stern und bildet eins der schönsten telescopischen Objecte am Himmel. Die Position gilt für den hellern Stern h Persei.
13	527	.	2 14 46	+ 3.74	+ 41 47.4	+ 0.28	Feiner, stark elliptischer Nebel, 4′ lang, 40″ breit, in der Mitte eine helle Stelle mit zwei kleinen Sternchen.
14	584	34	2 34 0	+ 3.83	+ 42 15.0	+ 0.26	Heller, großer Sternhaufe von länglicher Form.
15	600	77	2 36 16	+ 3.06	− 0 32.0	+ 0.26	Heller, großer Nebel von unregelmäßiger Gestalt; Durchmesser 7′.
16	731	.	3 28 52	+ 2.29	− 36 33.5	+ 0.20	Großer, schöner Nebel, umgeben von einem ausgedehnten Kreis.
17	.	45	3 40 3	+ 3.55	+ 23 43.0	+ 0.19	Die Plejaden. Die Gruppe enthält 1 Stern 3. Größe, 3 Sterne 4. Größe, 4 Sterne 5. Gr., 2 Sterne 6. Gr. Der Ort gilt für den Stern η Tauri (Alcyone). S. Taf. 1, Fig. 2.
18	810	.	4 1 25	+ 3.75	+ 20 27.0	+ 0.16	Stern 8.9 Größe mit schwachem Nebel von 25″ Durchmesser.
19	822	.	4 7 9	+ 2.30	− 33 10.3	+ 0.16	Ziemlich heller, länglicher Nebel, in der Mitte und an dem einen Ende als am Rande; ihm folgt ein zweiter Nebel. Nebel im Orion. S. Taf. 2, Fig. 2.

Nummer.	Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
			h m s		°		
20 | 875 | . | 4 28 53 | +1.82 | − 54 52.3 | + 0.13 | Heller, großer, ausgebreiteter Nebel. |
21 | 1060 | . | 5 9 20 | − 0.31 | − 68 54.7 | + 0.07 | Großer, heller Sternhaufe, von länglicher Form. |
22 | 1061 | . | 5 9 59 | + 1.97 | − 40 11.3 | + 0.07 | Kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte beträchtlich heller. |
23 | 1067 | . | 5 11 28 | + 4.11 | + 39 12.5 | + 0.07 | Reiche Gruppe mit einem orangefarbigen Stern 7. Größe. |
24 | 1112 | 79 | 5 19 3 | + 2.47 | − 24 38.8 | + 0.06 | Sehr reicher und großer Sternhaufe von kugelförmiger Gestalt. |
25 | 1119 | 38 | 5 20 17 | + 4.02 | + 35 43.2 | + 0.06 | Heller, großer Sternhaufe von unregelmäßiger Form, aus vielen Sternen bestehend. |
16 | 1137 | . | 5 23 10 | + 3.97 | + 44 8.7 | + 0.05 | Dreieckter Stern, von einem runden Nebel umgeben. Die Sterne bilden ein kleines gleichseitiges Dreieck. |
17 | 1157 | 1 | 5 26 58 | + 3.60 | + 31 55.4 | + 0.05 | Ein eigenthümliches, sehr schönes Nebelgebilde mit sehr vielen kleinen Sternen, von Herschel „Crab-Nebula" genannt. |
18 | 1166 | 36 | 5 28 3 | + 3.97 | + 34 3.2 | + 0.05 | Heller, großer, reicher Sternhaufe von länglicher Form mit Sternen von 9.—11. Größe. |
29 | 1179 | 42 | 5 29 8 | + 2.94 | − 5 28.5 | + 0.04 | Der große Nebelfleck bei θ¹ Orionis. Siehe Taf. 2, Fig. 4. |
30 | 1185 | 43 | 5 29 23 | + 2.95 | − 5 21.1 | + 0.04 | (144 Bode Orionis.) Großer Nebel, in der Mitte ein Stern 8. Größe. |
31 | 1193 | . | 5 29 52 | + 3.01 | − 1 17.1 | + 0.04 | (ε Orionis). Fixstern, in einem großen Nebel eingehüllt. |
32 | 1225 | . | 5 35 16 | + 3.29 | + 9 1.5 | + 0.04 | Planetarischer, etwas elliptischer Nebel von 12" Durchmesser. |
33 | 1269 | . | 5 39 34 | − 0.42 | − 69 9.9 | + 0.03 | Sehr heller und großer Nebel, am Rande zackig. |
34 | 1267 | 78 | 5 40 20 | + 3.07 | + 0 0.1 | + 0.03 | Großer, heller Nebel, in welchem drei Sterne stehen. |
35 | 1295 | 37 | 5 44 6 | + 3.92 | + 32 30.6 | + 0.02 | Großer Sternhaufe mit vielen hellern und schwächern Sternen. |
36 | 1360 | 35 | 6 1 8 | + 3.68 | + 24 20.7 | + 0.00 | Reicher Sternhaufe in Spiralform. |
37 | 1425 | . | 6 25 48 | + 3.31 | + 10 14.8 | − 0.04 | Stern 11. Größe mit rundem, milchigem Nebel, 70—80" Durchmesser. |
38 | 1437 | . | 6 32 20 | + 3.28 | + 8 50.9 | − 0.05 | Stern 11. Größe mit fächerartigem Nebelscheinwerfer. |
19 | 1440 | . | 6 34 6 | + 3.30 | + 9 59.8 | − 0.05 | (15 Monocerotis.) Ein Stern 4. Größe, 15 schwache und eine Anzahl sehr schwacher Sterne sind von einem Nebel umschlossen. |
0 | 1454 | 41 | 6 41 29 | + 2.58 | − 20 36.9 | − 0.06 | Großer, heller Sternhaufe von länglicher Form mit einem Stern 8. Größe. |
1 | 1465 | . | 6 45 21 | + 3.09 | + 0 36.3 | − 0.07 | Sterngruppe in drei Arme gespalten, 20' Durchmesser, an der Hauptstelle ein Doppelstern. |
2 | 1467 | . | 6 47 48 | + 3.50 | + 18 9.8 | − 0.07 | Fächerartig ausgebreitete Sterngruppe, 6' lang und breit. |
3 | 1493 | 50 | 6 56 56 | + 2.89 | − 8 9.8 | − 0.08 | Großer, ausgebreiteter Sternhaufe mit schwachen Sternen. |
4 | 1487 | . | 6 58 15 | + 2.82 | − 11 8.8 | − 0.08 | Doppelstern in der Mitte eines runden Nebels. |
5 | 1520 | . | 7 17 41 | + 3.79 | + 29 44.0 | − 0.11 | Doppelnebel, Durchmesser des Kerns 30". |
6 | 1532 | . | 7 21 48 | + 3.56 | + 21 9.7 | − 0.12 | Stern 8. Größe mit rundem Nebel von 12" Durchmesser. |
7 | 1564 | 46 | 7 36 6 | + 2.75 | + 14 31.9 | − 0.14 | Planetarischer Nebel von 56" Durchmesser, mit gleichmäßigem Lichte. |
8 | 1571 | 93 | 7 39 27 | + 2.54 | − 23 34.8 | − 0.14 | Großer, länglicher, sehr reicher Sternhaufe mit Sternen 8.—13. Größe. |
9 | 1593 | . | 7 47 51 | + 2.13 | − 38 13.4 | − 0.15 | Ziemlich ausgebreiteter, heller Sternhaufe. |
0 | 1594 | 47 | 7 49 2 | + 2.75 | − 15 5.6 | − 0.15 | Sternhaufen ohne Nebel. |
1 | 1637 | . | 8 7 35 | + 2.96 | − 5 25.2 | − 0.18 | Reiche Gruppe von Sternen 9.—13. Größe mit vielen kleinen lichten Punkten, in der Mitte ein Doppelstern. |
2 | 1678 | . | 8 32 5 | + 2.47 | − 29 31.4 | − 0.21 | Feiner Sternhaufen, bestehend aus Sternen 11.—13. Größe; Durchmesser 6'. |
3 | 1681 | 44 | 8 33 1 | + 3.46 | + 20 24.3 | − 0.21 | Die Krippe im Krebs. Besteht aus 11 Sternen 7. Größe, 18 Sternen 8. Gr. und vielen schwächern. |
4 | 1684 | . | 8 34 43 | + 4.34 | + 50 39.1 | − 0.21 | Elliptischer Nebel, in der Mitte hell, 30" lang, 20" breit. |
5 | 1698 | . | 8 40 19 | + 3.37 | + 13 3.6 | − 0.22 | Schöne Sterngruppe. Viele Sterne 9.—10. Größe stehen um einen Centralstern. |
6 | 1712 | 67 | 8 44 24 | + 3.29 | + 12 16.1 | − 0.22 | Heller, großer Sternhaufe mit Sternen 10.—15. Größe. |
7 | 1721 | . | 8 48 6 | + 3.03 | − 2 35.4 | − 0.22 | Elliptischer, an den Enden sehr zugespitzter Nebel, an jedem Ende ein Sternchen. |
8 | 1729 | . | 8 49 32 | + 4.41 | + 54 14.7 | − 0.23 | Stern 11. Größe mit einem lichten, fächerartigen Nebel. |
9 | 1783 | . | 9 7 44 | + 2.25 | − 41 55.5 | − 0.24 | Planetarischer Nebel, einen Stern 9. Größe einschließend. |
0 | 1793 | . | 9 9 28 | + 1.18 | − 64 27.0 | − 0.25 | Großer, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte verdichtet; Durchmesser 11'. |
1 | 1801 | . | 9 10 58 | + 2.42 | − 36 6.8 | − 0.25 | Großer, ziemlich heller, planetarischer Nebel. |
2 | 1843 | . | 9 17 54 | + 1.69 | − 57 46.8 | − 0.25 | Planetarischer Nebel, an Helligkeit einem Sterne 8. Größe gleichend. |
3 | 1949 | 81 | 9 45 5 | + 5.07 | + 69 39.7 | − 0.28 | 1774 von Bode entdeckt. Elliptischer, sehr breiter Nebel, schwache Strahlen am Rande, der dichteste Theil 4' lang, 4' breit. |
4 | 1950 | 82 | 9 45 9 | + 3.14 | + 70 21.6 | − 0.28 | Sehr großer, heller, ausgedehnter Nebel. |
5 | 2017 | . | 10 1 46 | + 2.59 | − 39 49.4 | − 0.29 | Großer, planetarischer Nebel, in der Mitte ein Stern 9. Größe. |
6 | 2063 | . | 10 10 44 | + 0.51 | − 60 14.8 | − 0.30 | Planetarischer, ziemlich heller, kleiner Nebel, in der Nähe drei schwache Sterne. |
7 | 2067 | . | 10 12 18 | + 2.13 | − 57 20.1 | − 0.30 | Heller, großer Nebel mit einem Doppelstern. |
8 | 2099 | . | 10 18 20 | + 3.25 | + 17 47.2 | − 0.30 | Stern 9. Größe mit elliptischem Nebel. |
9 | 2102 | . | 10 18 43 | + 2.89 | − 18 0.4 | − 0.30 | Planetarischer Nebel, zwei elliptische Ringe, im Centrum ein Kern (Abbildung Taf. 2, Fig. 5). |
0 | 2158 | . | 10 30 56 | + 3.77 | + 54 9.5 | − 0.31 | Runder, heller, gegen die Mitte stark zunehmender Nebel, Kern 15", Nebelhülle 1' Durchmesser. |
1 | 2184 | 95 | 10 37 24 | + 3.17 | + 12 20.9 | − 0.31 | Großer, runder Nebel, nach der Mitte zu heller werdend. |
2 | 2194 | 96 | 10 40 8 | + 3.17 | + 12 38.4 | − 0.31 | Sehr großer, heller, langgestreckter Nebel, in der Mitte verdichtet. |
3 | 2197 | . | 10 40 11 | + 2.31 | − 59 1.5 | − 0.31 | Der große Nebel bei η Argus. |
4 | 2308 | . | 11 1 12 | + 2.53 | − 57 59.9 | − 0.32 | Sehr großer runder Sternhaufe mit Sternen 8.—12. Größe. |
5 | 2343 | 97 | 11 7 27 | + 3.51 | + 55 41.5 | − 0.33 | Planetarischer, heller Nebel von 5' Durchmesser. |
6 | 2373 | 65 | 11 12 34 | + 3.14 | + 13 46.3 | − 0.33 | Elliptischer großer Nebel mit rundem, spiralförmig gewundenen Kern. |
7 | 2377 | 66 | 11 13 36 | + 3.14 | + 13 39.8 | − 0.33 | Großer, heller Nebel, in der Mitte verdichtet, zwei Sterne gehen nördlich voraus. |
8 | 2445 | . | 11 26 34 | + 3.23 | + 47 44.1 | − 0.33 | Langer, heller, elliptisch geformter Sternnebel, 4' lang, 2' breit. |
9 | 2527 | . | 11 46 16 | + 2.15 | + 44 49.4 | − 0.33 | Schöner, heller, runder Nebel, am Rande sehr verwaschen; Durchmesser 3—4'. |
0 | 2671 | . | 11 55 30 | + 3.06 | − 18 10.2 | − 0.33 | Der nördlichste von zwei runden ineinanderfließenden Nebeln, beide in der Mitte heller. |
1 | 2786 | 98 | 12 7 26 | + 3.06 | + 15 36.0 | − 0.33 | Nebel in Streifenform von 10' Länge. |
2 | 2795 | . | 12 8 31 | + 3.06 | + 13 51.0 | − 0.33 | Elliptischer, spindelförmiger Nebel, im Kern steht ein kleiner Stern. |
3 | 2838 | 99 | 12 13 23 | + 3.05 | + 15 6.9 | − 0.33 | Großer Nebel, in der Mitte heller, aus drei spiralförmigen Zweigen bestehend. |
4 | 2878 | 61 | 12 15 31 | + 3.06 | − 5 10.1 | − 0.33 | Sehr großer, heller Nebel, mit doppeltem Kern. |
5 | 2890 | 100 | 12 16 36 | + 3.04 | + 16 31.1 | − 0.33 | Großer, schwacher Nebel mit zwei spiralförmigen Zweigen. |
6 | 2915 | . | 12 17 55 | + 3.06 | + 5 37.5 | − 0.33 | Stern 8.—9. Größe mit einer hellen, runden Lichtsphäre. |
7 | 2930 | 64 | 12 18 43 | + 3.04 | + 13 34.9 | − 0.33 | Heller, runder, ziemlich großer Nebel. |
8 | 2946 | 85 | 12 19 5 | + 3.03 | + 18 52.8 | − 0.33 | Heller, ziemlich großer, runder Nebel, in der Mitte verdichtet, ein Stern geht nördlich voraus. |
9 | 2958 | . | 12 19 37 | + 2.99 | + 34 14.4 | − 0.33 | Zwei aneinanderhängende Nebel, 10' lang, 3' breit. |
0 | 2961 | 86 | 12 19 46 | + 3.04 | + 13 37.8 | − 0.33 | Heller, großer, runder Nebel mit Kern. |
1 | 3021 | 49 | 12 23 25 | + 3.05 | + 8 41.3 | − 0.33 | Heller, großer Nebel, nach der Mitte zu verdichtet. |
2 | 3035 | 87 | 12 24 30 | + 3.04 | + 13 4.5 | − 0.33 | Heller, großer, runder Nebel, in der Mitte verdichtet. |
3 | 3049 | 88 | 12 25 40 | + 3.03 | + 15 6.6 | − 0.33 | Sehr großer, ausgedehnter, ziemlich heller Doppelnebel. |
4 | 3097 | 89 | 12 29 21 | + 3.03 | + 13 14.9 | − 0.33 | Ein nach der Mitte heller werdender, runder, kleiner Nebel. |
5 | 3106 | . | 12 30 8 | + 2.99 | + 26 40.5 | − 0.33 | Nebelstreifen von 15' Länge mit schwachem Kern, in dessen Mitte ein Stern 11. Größe. |
6 | 3111 | 90 | 12 30 38 | + 3.03 | + 13 50.7 | − 0.33 | Ziemlich großer Nebel mit Kern. |
7 | 3121 | 58 | 12 31 22 | + 3.03 | + 12 30.2 | − 0.33 | Großer, heller, irregulär geformter Nebel, in der Mitte verdichtet. |

Laufende Nummer.	Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
			h m s		°		
98	3128	68	12 32 53	+ 3s.17	— 26 3'.7	— 0'.33	Großer, kugelförmiger Sternhaufe, sehr reich, ein röthlicher Stern
99	3132	.	12 33 31	+ 3.11	— 10 55.2	— 0.33	Heller, elliptischer Nebel, 5' lang, 1/2' breit. Zwischen dem lichten dem Nebel ein dunkler Ring.
100	3155	59	12 35 42	+ 3.03	+ 12 21.0	— 0.33	Ziemlich großer, ausgedehnter Nebel, dem zwei Sterne vorangehen.
101	3165	.	12 36 7	+ 2.93	+ 33 13.7	— 0.33	Langer, elliptischer Streifen mit schwachem Kern, worin ein heller Stern
102	3182	60	12 37 20	+ 3.02	+ 12 14.4	— 0.33	Ziemlich heller, großer, runder Doppelnebel.
103	3189	.	12 37 52	+ 2.93	+ 32 51.2	— 0.33	Zwei elliptische Nebel, der größere heller.
104	3190	.	12 38 0	+ 2.93	+ 32 53.6	— 0.33	
105	3258	94	12 45 0	+ 2.84	+ 41 48.5	— 0.33	Großer, irregulär geformter Nebel mit hellem Kern.
106	3270	.	12 45 33	+ 2.17	+ 73 33.5	— 0.33	Runder Nebel von 40" Durchmesser.
107	3275	.	12 46 15	+ 3.53	— 59 40.3	— 0.33	κ Crucis. Auf einem Flächenraum von 1/48 □° zeigen sich über 7.—15. Größe, von denen mehrere roth, grün und blau gefärbt
108	3321	64	12 50 36	+ 2.95	+ 22 21.8	— 0.33	Sehr feiner Doppelstern mit hellem, rundem Nebel von 6' Durchm
109	3340	.	12 53 6	+ 2.85	+ 35 33.1	— 0.33	Schwacher, elliptischer Nebelstrahl mit zwei Sternen an seinen Enden
110	3356	.	12 54 20	+ 3.05	+ 3 10.1	— 0.32	Ovaler Nebel, an dem einen Ende ein Stern 10. Größe.
111	3453	53	13 6 46	+ 2.94	+ 18 50.1	— 0.32	Sternhaufen mit Sternen 10.—15. Größe, in der Mitte sehr hell, Rand krummlinige Zacken, Durchmesser 5'.
112	3474	63	13 10 12	+ 2.70	+ 42 41.5	— 0.32	Heller, großer Nebel von länglicher Form mit Kern.
113	3525	.	13 18 7	+ 3.48	— 42 21.9	— 0.31	Großer, heller, langgestreckter Nebel, zweispaltig.
114	3531	.	13 19 [illegible]	+ 3.55	— 46 39.5	— 0.31	Merkwürdiger Sternhaufe bei ω Centauri, dem bloßen Auge als Stern Größe erscheinend, von Sternen 12.—15. Größe gebildet; Durchm
115	3572	51	13 24 34	+ 2.54	+ 47 50.3	— 0.31	Von einem lichten, strahligen Kerne gehen spiralförmige Windungen durch ein schwächeres Fernrohr als Nebelring erscheinen. Nebel Jagdhunden, s. Taf. 1, Fig. 1.
116	3570	.	13 24 43	+ 4.13	— 65 19.9	— 0.31	Beträchtlich länglicher, ziemlich großer, gekrümmter Nebel, in welchem Sterne stehen.
117	3606	83	13 29 59	+ 3.36	— 29 14.2	— 0.31	Großer, heller Nebel mit Kern und drei spiralförmigen Zweigen.
118	3636	3	13 36 22	+ 2.77	+ 29 0.3	— 0.30	Wenigstens 1000 Sterne 11. Größe; nahe in der Mitte des Obj helle Stelle.
119	3706	.	13 50 14	+ 3.58	— 39 22.2	— 0.30	Ein großer, heller Nebel von länglicher Form mit Doppelstern.
120	3770	101	13 58 45	+ 2.13	+ 54 58.3	— 0.29	Großer, ziemlich heller Nebel von unregelmäßiger Gestalt mit ten Kern.
121	3776	.	13 59 49	+ 2.70	+ 29 7.5	— 0.29	Sehr große, runde Gruppe von 8—10' Durchmesser, mit einem lichten
122	4051	.	15 1 43	+ 2.72	+ 20 2.5	— 0.23	Zwei elliptische, aneinandergrenzende Nebel.
123	4052	.	15 1 50	+ 2.72	+ 20 7.5	— 0.23	
124	4083	5	15 12 13	+ 3.03	+ 2 33.5	— 0.22	Kugelförmiger Sternhaufen mit Sternen 11.—15. Größe; Durchm
125	4118	.	15 31 22	+ 2.95	+ 6 23.8	— 0.20	Schwer auflösbarer Sternhaufen; Durchmesser 2'.
126	4132	.	15 37 52	+ 3.90	— 37 22.3	— 0.19	Kugelförmiger Sternhaufe mit Sternen 13.—15. Größe, nach der dichtet.
127	4173	80	16 9 35	+ 3.57	— 22 39.9	— 0.15	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte stark verdichtet.
128	4183	4	16 15 58	+ 3.66	— 26 13.4	— 0.15	Sternhaufe mit mehrern hellern Sternen.
129	4230	13	16 37 13	+ 2.14	+ 36 41.9	— 0.12	Von Halley 1714 entdeckt. Mehrere tausend Sterne 10.—15. Größe Rande in Strahlen auslaufend; Durchmesser 7—8'. Sternhaufe Hercules, s. Taf. 1, Fig. 3.
130	4238	12	16 40 45	+ 3.11	— 1 43.5	— 0.11	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
131	4256	10	16 50 35	+ 3.16	— 3 53.6	— 0.10	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe mit ziemlichem Kern. Durchm
132	4260	.	16 51 42	+ 4.33	— 44 28.3	— 0.10	Großer, sehr reicher, aus Sternen 11.—13. Größe bestehender Sternhaufe
133	4261	62	16 53 16	+ 3.81	— 29 55.1	— 0.10	Großer, heller Sternhaufe.
134	4264	19	16 54 55	+ 3.70	— 26 4.6	— 0.09	Großer, runder, heller Sternhaufe, in der Mitte sehr verdichtet.
135	4284	.	17 10 52	+ 4.72	— 41 36.6	— 0.07	Ziemlich heller, kleiner, planetarischer Nebel.
136	4287	9	17 11 50	+ 3.51	— 18 24.0	— 0.07	Nebel von 3—4' Durchmesser, in starken Fernröhren in sehr Sterne auflösbar.
137	4294	92	17 13 25	+ 1.84	+ 43 15.5	— 0.07	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte sehr verdichtet.
138	4302	.	17 21 45	+ 3.65	— 23 38.6	— 0.05	Ziemlich heller, kleiner Ringnebel.
139	4315	14	17 31 3	+ 3.15	— 3 10.0	— 0.04	Großer, heller, sehr reicher, kugelförmiger Sternhaufe.
140	4318	6	17 31 54	+ 3.90	— 32 7.7	— 0.04	Großer, sehr dichter Sternhaufe von irregulärer Gestalt, mit Sternen 7.—10. Größe.
141	4340	7	17 45 40	+ 4.00	— 34 46.9	— 0.02	Ziemlich reicher, heller Sternhaufe, bestehend aus Sternen 7.—12. Größe
142	4346	23	17 49 34	+ 3.53	— 19 0.0	— 0.01	60 bis 80 Sterne 9.—13. Größe.
143	4355	20	17 54 47	+ 3.64	— 23 1.8	— 0.01	Gabelförmig dreigespaltener Nebel mit einem Doppelstern, dunkle, unregelmäßige Oeffnung.
144	4361	8	17 56 13	+ 3.68	— 24 21.3	— 0.01	Sehr großer, heller Nebel mit vielen Sternen, unregelmäßige Figur.
145	4367	21	17 57 8	+ 3.63	— 22 30.2	0.00	Reicher Sternhaufe, bestehend aus Sternen 9.—12. Größe.
146	4390	.	18 6 1	+ 2.91	+ 6 49.2	+ 0.01	Runder, scharf begrenzter Nebel, er gleicht an Helligkeit einem Stern 8.—9. Größe; Durchmesser 8".
147	4395	.	18 9 40	+ 3.53	— 19 54.9	+ 0.01	Heller, elliptischer Nebel, in jedem Brennpunkte steht ein Sternchen.
148	4397	24	18 11 6	+ 3.52	— 18 27.9	+ 0.02	Sehr reicher, runder Sternhaufe.
149	4400	16	18 11 48	+ 3.40	— 13 49.8	+ 0.02	Sternhaufe mit mehr als 100 größern und kleinern Sternen.
150	4401	18	18 12 37	+ 3.48	— 17 10.9	+ 0.02	Sternhaufe.
151	4403	17	18 13 25	+ 3.46	— 16 13.3	+ 0.02	Großer, heller Nebel von unregelmäßiger Figur, mit zwei Höckern runden, lichten Stellen.
152	4406	28	18 16 51	+ 3.69	— 24 56.1	+ 0.02	Kugelförmiger Sternhaufe, groß, hell, in der Mitte stark verdichtet, aus Sternen 14.—16. Größe.
153	4411	69	18 23 12	+ 3.92	— 32 26.0	+ 0.03	Runder Sternhaufe mit vielen schwachen Sternen.
154	4424	22	18 28 47	+ 3.66	— 23 59.8	+ 0.04	Schöne, kugelförmige Gruppe, gegen die Mitte heller, ohne Kern.
155	4428	70	18 35 3	+ 3.91	— 32 24.4	+ 0.05	Reicher Sternhaufe mit Sternen 10.—18. Größe.
156	4432	26	18 38 22	+ 3.29	— 9 31.0	+ 0.06	Dichter Sternhaufe mit Sternen 12.—15. Größe.
157	4437	11	18 44 26	+ 3.22	— 6 25.2	+ 0.06	1681 von Kirch entdeckt. Unregelmäßige Gruppe von 10—12' Durchm der Mitte ein Stern 9. Größe.
158	4442	54	18 47 4	+ 3.85	— 30 37.5	+ 0.07	Kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
159	4447	57	18 48 53	+ 2.23	+ 32 52.1	+ 0.07	Ringnebel in der Leyer. Mit sehr starken Instrumenten hat man kleine Sternchen aufgelöst. S. Taf. 1, Fig. 5.
160	4485	56	19 11 42	+ 3.34	+ 29 57.9	+ 0.10	Reiche, sehr gedrängte Gruppe, in der Mitte sehr hell, hat nahe die eines Dreiecks, größter Durchmesser 3'.
161	4499	.	19 25 36	+ 2.87	+ 8 58.2	+ 0.12	Sternhaufe, reich an Sternen, obgleich nur 40" Durchmesser.
162	4503	55	19 32 5	+ 3.82	— 31 13.8	+ 0.13	Großer, sehr reicher, kugelförmiger Sternhaufe mit Sternen 12.—15.
163	4510	.	19 36 54	+ 3.39	— 14 26.8	+ 0.14	Heller, planetarischer Nebel, vollkommen rund; Durchmesser 10".
164	4520	70	19 47 9	+ 2.67	+ 18 27.4	+ 0.15	Großer, sehr reicher Sternhaufe aus Sternen 11.—16. Größe bestehend.
165	4532	27	19 54 8	+ 2.59	+ 22 22.7	+ 0.16	Elliptischer Nebel, der am Ende der kleinen Achse besonders hell, der großen Achse zwei runde, lichte Stellen hat.
166	4543	75	19 58 42	+ 3.55	— 22 16.0	+ 0.16	Kugelförmiger Nebel mit dichtem Kern.
167	4550	.	20 2 44	+ 2.64	+ 20 44.7	+ 0.17	Gruppe von vielen Sternen 10.—13. Größe, der hellste unter denselben ein Doppelstern.
168	4565	.	20 11 22	+ 2.42	+ 30 11.2	+ 0.18	Großer, planetarischer Ringnebel, ein wenig elliptisch, scharf begrenzt.

Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
		h m s		°	°	
4572	.	20 16 49	+2s.68	+ 19 42.5	+ 0.19	Feiner, planetarischer Nebel, Durchmesser 20—30″. In der Nähe stehen vier kleine Sterne.
2078	99	20 19 25	+ 2.21	+ 38 6.8	+ 0.19	Länglicher Sternhaufe.
4600	.	20 40 30	+ 2.48	+ 30 16.0	+ 0.22	κ Cygni. Langer, gewundener Streifen, milchfarbig, 30′ lang.
4608	72	20 46 34	+ 3.30	− 13 0.3	+ 0.22	Runder Sternhaufe, gegen die Mitte ziemlich hell; Durchmesser 2′.
4616	.	20 51 12	+ 2.48	+ 31 13.2	+ 0.23	Ueber einen Grad langer Nebel, die eine Hälfte gabelförmig gespalten.
4617	73	20 52 6	+ 3.31	− 13 7.1	+ 0.23	Sternhaufe, sehr verdichtet, nicht nebelartig.
4640	.	21 3 14	+ 1.95	+ 50 20.4	+ 0.24	Sonderbar zerstreute Gruppe mit mehrern dreifachen Sternen.
4670	15	21 23 53	+ 2.89	+ 11 36.6	+ 0.26	1745 von Maraldi entdeckt. Unregelmäßiger, runder, gegen die Mitte hellerer Sternhaufe.
4676	.	21 26 13	+ 2.04	+ 51 2.0	+ 0.26	Nicht sehr gedrängte Gruppe von 8′ Durchmesser, in der Mitte ein Stern 11. Größe.
4678	2	21 26 59	+ 3.09	− 1 22.8	+ 0.26	Gegen die Mitte sehr hell, gleichsam flammend, die Gruppe gleicht einem Haufen Goldsandes. Der hellste Theil hat 1½′ Durchmesser und gleicht einem Stern 6. Größe.
4681	39	21 27 45	+ 2.16	+ 47 53.0	+ 0.26	Großer Sternhaufen, aus Sternen 7.—12. Größe bestehend.
4687	30	21 33 17	+ 3.42	− 23 44.0	+ 0.27	Kugelförmiger, großer, heller Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
4701	.	21 39 53	+ 2.05	+ 53 7.3	+ 0.27	Ein ovaler Ring von kleinen Sternen; Durchmesser 4′. In der Mitte des Ringes ein Stern 9. Größe von rubinrother Farbe.
4702	.	21 40 6	+ 1.39	+ 65 31.8	+ 0.27	Dreifacher Stern in der Mitte eines schwachen, schlechtbegrenzten Nebels.
4815	.	22 31 22	+ 2.74	+ 33 44.6	+ 0.31	Sehr heller, elliptischer Nebel, rasch gegen die Mitte hell werdend, 90″ lang, 30″ breit. An demselben ein anderer Nebel von 16″ Durchmesser.
4892	.	22 58 41	+ 3.00	+ 11 38.9	+ 0.32	Langer, spindelförmiger Nebel, 2′ lang, 30″ breit. An beiden Enden steht ein Stern 12. Größe, im Innern des Nebels noch drei sehr feine Sternchen.
4902	.	23 6 5	+ 2.54	+ 59 53.5	+ 0.33	Reicher, sehr dichter Sternhaufe mit ziemlich hellen Sternen.
4957	52	23 18 43	+ 2.64	+ 60 54.6	+ 0.33	Großer, reicher, runder Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
4964		23 19 53	+ 2.86	+ 41 51.0	+ 0.33	Heller, runder, planetarischer Nebel von bläulicher Farbe.

nsere Tafeln 1 und 2 zeigen in ihren Ecken von genannten Nebelflecken und Sternhaufen die folden bildlichen Darstellungen:

. 1, Fig. 2 die Plejaden, wie sie in einem Kometensucher (einem Fernrohr mit etwa zehnfacher Vergrößerung) sichtbar sind. Der hellste Stern in der Mitte η Tauri = Alcyone ($AR = 3^h\ 40^m\ 3^s$, $\delta = +23°\ 43'$) ist 3. Größe, von den ihn umgebenden sind zwei Sterne von der 4., drei Sterne von der 5. Größe, welche das bloße Auge leicht unterscheidet, außerdem zwei von schwach 6. und einige 40 teleskopische.

f. 1, Fig. 3 stellt den Sternhaufen im Hercules ($AR = 16^h\ 37^m\ 13^s$, $\delta = +36°\ 42'$) dar, der nach der Mitte hin sehr verdichtet ist, sodaß man die einzelnen Sterne kaum unterscheiden kann; nach dem Rande zu läßt er seine Natur deutlich erkennen.

f. 1, Fig. 4 ist ein interessanter spiralförmiger Nebel in den Jagdhunden ($AR = 13^h\ 24^m\ 34^s$, $\delta = +47°\ 50'$), der in der Mitte eine starke Verdichtung hat, ebenso in einem Nebenzweige; in der Nähe des Nebels stehen einige Sterne.

f. 1, Fig. 5 zeigt uns einen interessanten ringförmigen Nebel ($AR = 18^h\ 48^m\ 53^s$, $\delta = +32°\ 52'$), der zwischen β und γ Lyrae sich befindet und in dessen Nähe zwei schwache Sternchen stehen.

f. 2, Fig. 2 zeigt ein Nebelsystem im Eridanus ($AR = 4^h\ 7^m\ 9^s$, $\delta = -33°\ 10'$), bestehend aus einem länglichen Nebel, der in der Mitte und nach dem einen Ende hin verdichtet ist und außerdem noch einen kleinen runden Nebel neben sich hat.

f. 2, Fig. 3 stellt einen Sternhaufen im Toucan ($AR = 0^h\ 18^m\ 28^s$, $\delta = -72°\ 47'$) dar, der in der Mitte ebenso verdichtet ist, wie der Nebel im Hercules, einen viel größern Raum einnimmt und an den Rändern viel zerstreute Sterne, darunter zwei hellere nahe der Verdichtungsstelle hat.

f. 2, Fig. 4 zeigt uns den schon von Huyghens gezeichneten Orionnebel ($AR = 5^h\ 29^m\ 8^s$, $\delta = -5°\ 28'$), nach einer Zeichnung, wie ihn Lord Rosse in seinem großen Spiegelteleskop in Parsonstown gesehen hat. In der Nähe des mittlern hellsten Theils erkennt man vier ganz nahe beieinanderstehende Sterne von der 4. (θ^1 Orionis), 6., 7. und 8. Größe, welche das Trapez genannt werden. In starken Fernröhren sind darin noch ein 5. Stern und ein schwacher 6. Stern sichtbar. Der Nebel breitet sich von der Mitte nach beiden Seiten sehr unregelmäßig aus, die linke Seite des Nebels ist viel breiter als die rechte, doch mit dem mittlern Theile in Zusammenhang, während nach oben (nach Süden) hin, nur durch ganz feine Brücken mit dem Hauptnebel verbunden, zwei Nebelstreifen sichtbar sind und nach unten isolirte, ziemlich verdichtete Nebelmassen sich zeigen, die von einem Nebelbogen eingefaßt sind.

Taf. 2, Fig. 5 zeigt uns einen Nebel von eigenthümlicher Gestalt in der Schlange ($AR = 10^h\ 18^m\ 45^s$, $\delta = -18°\ 0'$); zwei elliptische concentrische Ringe von Nebelmasse sind sichtbar und das Centrum wird eingenommen durch eine Art Kern, der intensiver als seine Umgebung, gleichsam als Mittelpunkt der Nebelmassen erscheint.

h) Die Doppelsterne.

Unter der großen Anzahl von Sternen sieht schon das bloße Auge einige, welche sehr nahe beieinanderstehen, z. B. ζ im großen Bären: Mizar, ein Stern 2. Größe, und Alkor, ein Stern 5. Größe, deren Entfernung 11′ ist, α^1 und α^2 Capricorni, 6½′ Entfernung, ε und 5 Lyrae, 3½′ Entfernung; solche Sterne werden Doppelsterne genannt. Als das Fernrohr auf die Fixsterne angewandt wurde, entdeckte man eine sehr große Anzahl Doppelsterne, und stellte sich zuerst William Herschel in größerm Umfange die Aufgabe der Beobachtung derselben und war viele Jahre damit beschäftigt.

Als bei einzelnen Doppelsternen constatirt wurde, daß sie sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegten, erlangten diese Himmelskörper das ihnen gebührende Recht, zu den interessanten Objecten am Himmel gerechnet zu werden.

Gleich als man die große Zahl der Doppelsterne erkannte, hatte man mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung gefunden, daß ein großer Theil dieser Doppelsterne in irgendeinem Zusammenhange stehen müsse,

weil die Zahl derjenigen Doppelsterne, die unter einer großen Menge von Sternen, bei denen jede Vertheilung zulässig ist, nach der Rechnung zufällig beieinanderstehen könnten, eine ganz geringe sein würde. Die Doppelsterne, bei welchen die Sterne nur so nahe beieinander erscheinen, ohne daß irgendeine nähere Beziehung zwischen den Sternen stattfindet, heißen optische, während diejenigen Doppelsterne, welche infolge gegenseitiger Nähe aufeinander einwirken, sodaß sie umeinander Bahnen beschreiben physische genannt werden.

Das erste Verzeichniß von 80 Doppelsternen besitzen wir von dem Astronom Mayer in Manheim im „Berliner Jahrbuch" für 1784, aber vollständigere Kataloge erhielten wir erst durch W. und J. Herschel und W. Struve. Während Mayer in seinem Verzeichniß Sterne von 2″ bis 72″ Distanz hatte und schon ganz absah von den für das bloße Auge sichtbaren Doppelsternen, stellte W. Herschel bestimmte Grenzen auf und theilte die von ihm beobachteten Doppelsterne in sechs Klassen. Zur ersten Klasse rechnete er alle diejenigen, welche weniger als 4″ Distanz, zur zweiten die zwischen 4″ und 8″, zur dritten die zwischen 8″ und 16″, zur vierten die zwischen 16″ und 32″, zur fünften die zwischen 32″ und 60″, zur sechsten alle über 60″. Struve schränkte bei der großen Anzahl von Doppelsternen die größte Entfernung bis auf 32″ Distanz ein und bildete acht Klassen.

Es gehören zu seiner ersten Klasse Doppelsterne zwischen 0″ bis 1″, zur zweiten zwischen 1″ bis 2″, zur dritten von 2″ bis 4″, zur vierten von 4″ bis 8″, zur fünften von 8″ bis 12″, zur sechsten zwischen 12″ bis 16″, zur siebenten zwischen 16″ bis 24″, zur achten bis zu 32″, und diese Struve'sche Eintheilung ist jetzt ziemlich allgemein im Gebrauch.

Von 2634 beobachteten Doppelsternen gehören nach Struve 91 der ersten Klasse, 314 der zweiten, 535 der dritten, 582 der vierten, 452 der fünften, 231 der sechsten, 429 den letzten zwei Klassen an.

Unter den 20 Sternen 1. Größe sind, da wir α Crucis und η Argus auch dazu rechnen, mindestens fünf Doppelsterne, unter den 65 Sternen 2. Größe wenigstens sieben.

In einem besondern Werke: „Mensurae micrometricae stellarum duplicium et multiplicium", hat Struve von 2634 Sternpaaren die Stellungen der Doppelsterne zueinander bestimmt. Man nennt den Winkel, den die Richtung zwischen den beiden Sternen mit der Richtung bildet, die durch den Declinationskreis bestimmt ist, den Positionswinkel und zählt ihn von 0 bis 360°, von Nord an durch Ost, Süd und West gehend, und gibt außer diesem Positionswinkel noch die Distanz zwischen den beiden Sternen an.

Doch nicht nur Doppelsterne, sondern auch mehrfache gibt es am Himmel, und unter den erwähnten 2634 Sternpaaren finden sich bei Struve 64 dreifache, drei vierfache und ein sechsfacher Stern. Bis zu einer Entfernung von 75″ gibt es 113 dreifache, 9 vierfache und zwei fünf- und mehrfache Sterne.

Schon ein gewöhnlicher Beobachter findet bei einer kurzen Betrachtung des Himmels die Sterne nicht alle von gleicher Farbe, er sieht allerdings die meisten im weißlichen Lichte schimmern, aber einige Sterne z. B. Aldebaran im Stier, Beteigeuze im Orion, Antares im Skorpion erscheinen ihm auch röthlich, andere z. B. Arktur im Bootes gelblich, noch andere bläulich und bei den veränderlichen Sternen ist schon auf die rothe Farbe vieler derselben aufmerksam gemacht. Ganz besonders aber treten die Farben bei den Doppelsternen hervor, weil bei den verschiedenfarbigen die unmittelbare Vergleichung stattfinden kann.

Struve fand unter 596 Doppelsternpaaren 375 von gleicher Farbe, 101 Paare von ähnlichen, 120 Paare von ganz verschiedenen Farben. Von den erstern sind 78 Paare glänzend weiß, 217 weiß, 27 weißgelb, 2 gelblich, 11 gelb, 2 goldfarbig und 5 grün; unter denen mit ähnlichen Farben erschienen 30 Paare weißgelb und weiß, 53 Paare weiß und bläulich, 13 Paare von verschiedenem Gelb und 5 Paare blau in verschiedenen Graden; endlich von den verschiedenfarbigen bezeichnet er 52 Paare gelb und bläulich, 16 Paare grün und blau.

Die Schätzungen der Farben sind aber sehr individuell, und besonders leicht kann es vorkommen, daß bei complementären Farben, die eine Farbe eine rein subjective und keine reelle ist. Während wir die Farbigen nach Struve angegeben, sei doch erwähnt, daß die Herschel dieselben Doppelsterne größtentheils in andern Farben bezeichnen. Ob die Farben sich mit der Zeit ändern, darüber wissen wir bis jetzt noch nichts; selbst nichts Sicheres über die hellen, dem bloßen Auge farbig erscheinenden, da die Angaben der alten Beobachter über diesen Gegenstand zu sehr widersprechend sind.

Die Nachmessung der Positionswinkel und Distanzen hat bei mehrern Doppelsternen starke Veränderungen dieser Größen ergeben, ja bei einigen derselben hat man in den Positionswinkeln Aenderungen über 360°, also mehr als einen ganzen Umlauf des einen Sternes um den andern bereits beobachtet. Die theoretische Astronomie lehrt, wie unter Voraussetzung derjenigen Gesetze, welche für unser Sonnensystem gelten, aus den gemessenen Positionswinkeln und Distanzen, im Ganzen aus sieben Daten, die Bahnen (deren Bestimmungsstücke Elemente heißen) abgeleitet werden können. Die wahren Bahnen der Doppelsterne sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt der an Masse überwiegende Stern angenommen werden kann. Die wahren Bahnen erscheinen uns aber, da sie meistens gegen unsere Gesichtslinie geneigt sind, in der Projection und wieder als Ellipsen, in denen der Hauptstern angenommene Körper nicht mehr im Brennpunkte steht. Aus den gemessenen Positionswinkeln und Distanzen werden meistens erst die projicirten Ellipsen und daraus die wahren Ellipsen abgeleitet.

Dem Verzeichniß der Doppelsterne, welches nachstehend gegeben ist und in dem nur die Doppelsterne aufgenommen sind, wo der hellere Stern wenigstens die 4. Größe erreicht, fügen wir als Anhang diejenigen Doppelsterne hinzu, von welchen die Bahnen berechnet sind.

In dem Verzeichniß der Doppelsterne enthält die erste Columne die Nummer des Struve'schen resp. Herschel'schen Katalogs (bei Struve die Nummer aus den „Mensuris micrometicis", bei Herschel die Nummer aus den „Cape Observations"), die zweite und dritte Columne enthalten die gerade Aufsteigung und Abweichung für 1875, die dritte und fünfte Columne die jährlichen Veränderungen dieser Größen durch die Präcession, die sechste Columne die Größen der Sterne, die siebente und achte Columne die zu der in der neunten Columne angegebenen Zeit (Epoche) gemessenen Positionswinkel und Distanzen, die zehnte Columne Bemerkungen über Farbe u. s. w.

Bei den am Schlusse gegebenen Bahnen ist T die Zeit der kürzesten Distanz der beiden Sterne (in unserm Sonnensystem Perihel genannt), U die Dauer des Umlaufszeit, a die mittlere Entfernung der beiden Sterne voneinander (halbe große Achse), e die Excentricität, beides in der wahren Ellipse, i die Neigung

der projicirten und wahren Ellipse in Graden angegeben, Ω die Länge des einen Durchschnittspunktes der beiden Ellipsen (aufsteigender Knoten) und endlich ω die Entfernung des Punktes der kürzesten Distanz von diesem Knoten. Schließlich ist noch die Richtung der Bewegung, ob rechtläufig (direct) wie die Bewegung unserer Planeten, oder rückläufig hinzugefügt. (S. über Elemente den Abschnitt: „Theorische Astronomie.“)

Verzeichniß der hellern Doppelsterne nach W. Struve und J. Herschel.

Name.	Nummer nach Struve und Herschel.	AR 1875.	Jährliche Änderung.	δ 1875.	Jährliche Änderung.	Größe.		Positionswinkel.	Distanz.	Epoche.	Bemerkungen.
		h m s	s	° ′ ″	″			°	″		
β Toucanae	H. 2	0 25 48	+2,78	− 63 38,8	+ 0,33	5	5	172,2	27,72	1835,8	
γ Cassiopeiae	S. 60	0 41 33	+3,58	+ 59 9,1	+ 0,32	4,0	7,6	88,6	9,75	1832,6	Gelblich und purpurfarbig.
β Phoenicis	H. 3417	1 0 31	+2,70	− 47 23,3	+ 0,32	3	11	17,6	30	1835	
α Ursae minoris	S. 93	1 12 59	+20,24	+ 88 38,6	+ 0,32	2,0	9,0	210,1	18,27	1834,1	Gelblich und weiß.
γ Arietis	S. 150	1 46 40	+3,28	+ 18 40,8	+ 0,30	4,2	4,4	0,0	8,63	1830,8	Weiß.
γ Eridani	H. 3473	1 51 18	+2,27	− 13 14,0	+ 0,30	4	14	192,3	12	1835	
α Piscium	S. 202	1 55 35	+3,09	+ 2 9,6	+ 0,29	2,8	3,9	335,7	3,64	1831,2	Grünlich und blau.
γ Andromedae	S. 205	1 56 14	+3,65	+ 41 43,7	+ 0,29	3,0	5,0	62,4	10,33	1830,0	Gelb und blau. Dreifach.
γ Cassiopeiae	S. 262	2 18 47	+4,84	+ 66 50,3	+ 0,27	4,2	7,1	276,7	1,86	1829,7	Gelb und blau. Dreifach.
θ Persei	S. 296	2 35 40	+4,06	+ 48 41,9	+ 0,26	4,2	10,0	294,6	15,40	1832,2	Gelb.
γ Ceti	S. 299	2 36 49	+3,10	+ 2 42,5	+ 0,26	3,0	6,8	287,4	2,59	1832,5	Gelblich.
θ Eridani	S. 307	2 41 35	+4,33	+ 55 22,5	+ 0,25	4,0	8,5	300,4	28,04	1831,2	Tief gelb und tief blau.
ι Persei	H. 33	2 53 31	+2,28	− 40 48,4	+ 0,24	5	6	81,5	8,68	1835,8	
ζ Persei	H. 35	3 6 45	+2,52	− 39 29,1	+ 0,23	3	8	310,0	5,30	1836,3	
ζ Persei	S. 464	3 46 17	+3,76	+ 31 30,6	+ 0,18	2,7	9,3	207,6	12,48	1830,5	Grünlich und gelblich.
" "	S. 471	3 49 28	+4,00	+ 39 38,8	+ 0,18	3,1	8,3	9,2	8,81	1832,6	Grün und bläulich.
γ Eridani	H. 3608	3 52 12	+2,80	− 13 51,9	+ 0,18	3	13	233,6	45	1835	
γ Reticuli	H. 3638	4 12 49	+0,75	− 62 47,3	+ 0,15	4	12	353,6	40	1835	
α Doradûs	H. 58	4 31 18	+1,28	− 55 18,3	+ 0,13	3	11	108,5	82,29	1836,0	
β Orionis	S. 668	5 8 32	+2,88	− 8 20,9	+ 0,07	1,0	8,0	199,8	9,14	1831,5	Gelblich.
β Leporis	H. 3761	5 22 33	+2,57	− 20 51,6	+ 0,06	4	13	145,9	70	1835	
" "	H. 3766	5 27 13	+2,65	− 17 54,8	+ 0,05	5	12	154,8	25	1835	
ζ Orionis	S. 738	5 28 15	+3,30	+ 9 50,9	+ 0,05	4,0	6,0	40,3	4,34	1830,8	Gelblich und roth. Dreifach.
" "	S. 748	5 29 8	+2,93	− 5 28,4	+ 0,05	4,7	6,3	240,3	13,34	1832,5	Das Trapez im Orionnebel. Gelblich
						4,7	7,0	275,4	21,41	1832,5	und weiß. Sechsfacher Stern.
						4,7	8,0	299,4	19,23	1832,5	
" "	S. 752	5 29 19	+2,93	− 5 59,6	+ 0,04	3,2	7,3	142,2	11,32	1831,9	Gelblich und bläulich.
" "	S. 762	5 32 28	+3,01	− 2 40,4	+ 0,04	4,1	10,3	236,5	11,01	1831,4	Ein vierfacher Stern. Der hellere
						4,1	7,5	84,5	12,86	1831,2	weiß, der nächst hellere gelblich.
						7,0	7,5	230,8	30,03	1831,2	
ζ "	S. 774	5 34 27	+3,02	− 2 0,6	+ 0,04	2,0	5,7	151,3	2,35	1831,2	Gelblich und röthlich.
γ Columbae	H. 3819	5 53 6	+2,12	− 35 17,9	+ 0,01	4	14	104,4	30	1835	
α Canis majoris	.	6 39 39	+2,65	− 16 32,8	− 0,08	1	9	73,6	11,2	1869,1	Als Doppelstern von Clarke entdeckt.
ζ Geminorum	S. 1061	7 10 54	+3,45	+ 16 45,8	− 0,10	3,2	10,3	30,9	9,56	1829,9	Bläulich und grün.
ζ "	S. 1066	7 12 29	+3,59	+ 22 12,6	− 0,10	3,2	8,2	196,9	7,14	1839,7	Gelblich und röthlich
π Argus	H. 113	7 12 44	+2,12	− 36 52,4	− 0,10	3	8	211,8	70	1835	Gelb und blau.
" "	H. .	7 25 16	+1,91	− 43 3,0	− 0,12	5	10	75,0	22,52	1836,0	Gelb und blau.
α Geminorum	S. 1110	7 26 37	+3,84	+ 32 9,6	− 0,12	2,7	3,7	255,5	4,73	1835,3	Grünlich.
γ Argus	H. 134	8 5 41	+1,85	− 46 58,1	− 0,17	2	6	220,2	41,16	1835,1	
48 Cancri	H. 1268	8 39 8	+3,65	+ 12,9	− 0,22	4,4	6,5	307,1	30,46	1829,0	Gelb und bläulich.
ε Hydrae	S. 1273	8 40 9	+3,18	+ 6 52,6	− 0,22	3,8	7,8	193,6	3,21	1830,6	Gelb und blau.
δ Argûs	H. 4136	8 41 15	+1,65	− 54 14,9	− 0,22	2	10	64,0	80	1835	
39 Lyncis	S. 1334	9 11 4	+3,75	+ 37 19,8	− 0,25	4,0	6,7	240,2	2,70	1829,2	Grünlich und blau.
23 h Ursae majoris	S. 1351	9 21 39	+4,81	+ 63 36,4	− 0,26	3,8	9,0	272,4	22,81	1830,6	Grünlich und gelblich.
α Argûs	H. 167	9 43 59	+1,50	− 64 29,6	− 0,28	3	8	126,1	4,90	1836,9	
ζ Leonis	S. 1424	10 13 4	+3,30	+ 20 28,5	− 0,30	2,0	3,5	103,4	2,50	1831,5	Goldgelb und rothgrün.
λ Argus	H. 4366	10 40 13	+2,31	− 59 1,6	− 0,31	2	16	46,8	12	1835	Hauptstern veränderlich.
ζ Ursae majoris	S. 1523	11 11 31	+4,21	+ 32 13,9	− 0,34	4,0	4,9	184,1	1,87	1834,4	
" "	S. 1524	11 11 43	+3,26	+ 33 46,6	− 0,33	3,7	10,1	146,6	7,10	1840,7	Tief gelb.
γ Leonis	S. 1536	11 17 24	+3,13	+ 11 13,0	− 0,33	3,9	7,1	92,4	2,19	1832,0	Gelblich und blau.
η Hydrae	H. 4449	11 26 52	+2,95	− 31 9,9	− 0,33	4	11	170,0	60	1835	
β "	H. 211	11 46 36	+3,02	− 33 12,7	− 0,33	5	5	339,6	2,03	1835,8	
η Crucis	H. 219	12 19 39	+3,27	− 62 24,3	− 0,33	2	2	120,6	5,65	1835,8	
γ Corvi	H. 220	12 23 25	+3,11	− 15 49,1	− 0,33	3	10	213,0	23,44	1837,5	
γ Crucis	H. .	12 24 15	+3,28	− 56 24,6	− 0,33	2	5	38,0	120	1835	
γ Centauri	H. 221	12 34 38	+3,30	− 48 16,4	− 0,33	4	4	354,3	0,75	1835,9	
γ Virginis	S. 1670	12 35 20	+3,24	− 0 45,8	− 0,33	3,0	3,0	231,7	0,91	1834,4	Gelblich.
12 Canum ven.	S. 1692	12 50 11	+2,82	+ 38 59,6	− 0,33	3,2	5,7	227,3	19,92	1830,5	Weiß.
γ Virginis	S. 1724	13 3 29	+3,10	− 4 52,3	− 0,32	4,0	9,0	344,0	7,07	1830,3	Weiß.
12 Ursae majoris	S. 1744	13 18 53	+2,43	+ 55 34,7	− 0,32	2,1	4,2	147,6	14,37	1830,6	Grünlich.
γ Centauri	H. 4628	13 47 45	+3,71	− 46 40,3	− 0,30	3	11	.	.	.	
α "	H. 255	14 31 8	+4,03	− 60 18,9	− 0,25	1	2	219,6	16,52	1836,3	Beide gelb.
α Circini	H. 257	14 32 27	+4,80	− 64 25,6	− 0,26	3	8	243,8	15,63	1837,1	Weiß und gelb.
ε Bootis	S. 1864	14 34 51	+2,82	+ 16 57,3	− 0,26	4,9	6,0	99,2	5,83	1830,3	Sehr weiß.
" "	S. 1865	14 35 13	+2,86	+ 14 15,9	− 0,26	3,5	3,9	309,2	1,19	1830,5	Weiß.
" "	S. 1877	14 39 32	+2,62	+ 27 36,1	− 0,26	3,0	6,3	321,6	2,64	1829,4	Gelb und blau.
ζ Lupi	S. 1888	14 45 37	+2,76	+ 19 37,2	− 0,25	4,7	6,6	329,0	7,07	1835,4	Gelb und röthlich.
" "	H. .	15 3 19	+4,28	− 51 37,3	− 0,23	4	6	247,6	80	1835	
η Serpentis	H. 272	15 14 12	+4,05	− 44 14,3	− 0,22	4	9	174,9	26,35	1837,3	
" "	H. 283	15 26 49	+3,98	− 40 44,7	− 0,21	4	4	94,1	0,84	1835,5	
ζ Serpentis	S. 1954	15 28 50	+2,87	+ 10 57,5	− 0,21	3,0	4,0	197,3	2,66	1833,1	Weißgelb und aschgelb.
α Coronae	S. 1965	15 34 40	+2,26	+ 37 2,5	− 0,20	4,1	5,0	300,9	6,00	1829,7	Weißgrün und grünlich.
" "	S. 1967	15 37 30	+2,52	+ 26 41,6	− 0,19	4,0	7,0	105,8	0,4	1833,3	Weißgrün und roth.
η Serpentis	S. 1970	15 40 25	+2,77	+ 15 48,9	− 0,19	3,0	9,2	265,0	30,64	1833,1	Bläulich.
η Lupi	H. 295	15 55 1	+3,97	− 38 15,1	− 0,17	4	8	22,2	15,07	1834,6	
β Scorpii	H. 298	15 58 10	+3,48	− 19 27,7	− 0,17	3	5	25,6	13,65	1836,7	
" "	H. .	16 13 36	+3,64	− 25 17,4	− 0,15	4	9	274,3	15	1835	
" "	H. .	16 21 45	+3,67	− 26 9,1	− 0,14	1	(7)	.	.	.	Bei Bedeckung durch den Mond bopvell
δ Ophiuchi	S. 2055	16 24 37	+3,03	+ 2 15,6	− 0,14	4,0	6,1	350,6	0,99	1834,4	erkannt.
ζ Herculis	S. 2084	16 36 35	+2,26	+ 31 49,8	− 0,11	3,0	6,5	203,5	0,91	1834,4	Gelb und bläulich.
" "	S. 2140	17 8 57	+2,73	+ 14 32,1	− 0,07	3,0	6,1	118,5	4,65	1829,6	Gelblich, röthlich.
" "	S. 2137	17 9 54	+2,46	+ 24 59,3	− 0,07	3,0	8,1	174,3	24,88	1835,6	Tief gelb, sehr blau.
ζ Arae	H. 4942	17 14 53	+3,03	− 56 15,4	− 0,07	3	12	327,2	12	1835	Grün, gelblich.

Name.	Nummer nach Stern- und Gradmessen.	AR 1875.	Jährliche Veränderung.	δ 1875.	Jährliche Veränderung.	Größe.		Positionswinkel.	Distanz.	Epoche.	Bemerkungen.
		h m s		°	′						
ρ Herculis	S. 2161	17 19 22	+2s.07	+ 37 15.7	— 0.07	4.0	5.1	307°.2	3″.60	1830,3	Grünlich und grün.
α Arae	H. 4955	17 22 11	+ 4.63	— 49 46.4	— 0.06	4	13	178.5	60	1835	
μ Herculis	S. 2220	17 41 34	+ 2.34	+ 27 47.7	— 0.04	3.8	9.5	241.3	29.58	1831.6	Gelb.
ψ Draconis	S. 2241	17 44 9	— 1.69	+ 72 12.2	— 0.02	4.0	5.2	15.1	30.89	1832.3	Weiß.
95 Herculis	S. 2264	17 56 12	+ 2.54	+ 21 35.7	— 0.01	4.9	4.9	261.7	6.06	1829.9	Gelblichgrün und gelblichroth.
70 p Ophiuchi	S. 2272	17 59 18	+ 3.01	+ 2 32.2	— 0.01	4.1	6.1	130.8	6.11	1835.6	Gelb und roth.
μ¹ Sagittarii	H. 5035	18 6 17	+ 3.59	— 21 5.4	+ 0.01	4	13	267.0	18	1835	
ε Lyrae	S. 359	18 40 12	+ 1.99	+ 39 32.4	+ 0.06	4.6	6.3	26.1	3.03	1831.4	Weißlichgrün und bläulich.
θ Serpentis	S. 2417	18 50 0	+ 2.98	+ 4 2.6	+ 0.07	4.0	4.2	103.8	21.65	1830.0	Weißlichgelb.
η Lyrae	S. 2487	19 9 30	+ 2.04	+ 38 56.3	+ 0.10	4.0	8.1	85.0	27.90	1830.9	Blau und gelblich.
β Sagittarii	H. 359	19 13 39	+ 4.33	— 44 41.6	+ 0.10	4	8	78.6	29.09	1835.2	Blau und gelb.
δ Cygni	S. 2579	19 41 4	+ 1.87	+ 44 49.6	+ 0.14	3.0	7.9	37.9	1.78	1830.2	Grünlich und gelblich.
ζ Cephei	S. 2675	20 13 4	— 1.90	+ 77 20.0	+ 0.18	4.0	8.0	124.1	7.37	1832.4	Grünlich und blau.
α Indi	H. 5209	20 28 46	+ 4.24	— 47 43.6	+ 0.20	3	16	193.2	45	1835	
β Delphini	S. 2704	20 31 41	+ 2.81	+ 14 9.7	— 0.20	3.0	11.0	343.8	32.48	1829.4	Grün.
52 Cygni	S. 2726	20 40 30	+ 2.47	+ 30 15.8	+ 0.21	4.0	9.2	57.2	6.62	1830.8	Tief gelb.
γ Delphini	S. 2727	20 40 51	+ 2.78	+ 15 40.5	+ 0.21	4.0	5.0	273.8	11.90	1830.9	Goldgelb und blaugrün.
β Cephei	S. 2806	21 27 2	+ 0.80	+ 70 0.7	+ 0.26	3.0	8.0	250.0	13.57	1832.3	Grünlich und blau.
μ Cygni	S. 2822	21 38 32	+ 2.66	+ 28 10.8	+ 0.27	4.0	5.0	114.5	5.56	1831.6	Weiß und bläulich.
κ Pegasi	S. 2824	21 38 59	+ 2.71	+ 25 4.4	+ 0.27	3.9	10.8	308.5	11.01	1831.6	Gelblich.
ζ Aquarii	S. 2909	22 22 24	+ 3.08	— 0 39.5	+ 0.30	4.0	4.1	355.3	3.46	1832.6	Grünlich.
β Piscis aust.	H. 393	22 24 24	+ 3.42	— 32 59.2	+ 0.31	4	8	173.3	29.09	1836,2	

Berechnete Bahnen einiger Doppelsterne.

	42 Comae	ζ Herculis	Σ 3121	η Comae	ζ Cancri	ξ Ursae majoris	α Centauri
T	1839.60	1830.48	1846.77	1850.34	1816.69	1816.86	1871.25
U	25.5 Jahre	36.36 Jahre	40.62 Jahre	43.68 Jahre	58.97 Jahre	61.58 Jahre	77.81 Jahre
a	0″.50	1″.25	0″.71	0″.96	0″.89	2″.44	20″.57
e	0.075	0.448	0.380	0.386	0.444	0.431	0.768
i	90°.0	43°.7	75°.3	60°.7	24°.0	52°.9	81°.0
Ω	10°.5	214°.3	23°.5	22°.3	33°.6	275°.8	23°.3
ω	0°	284°.9	141°.6	215°.5	133°.0	309°.0	58°.4
Bewegung	Direct	Rückläufig	Direct	Direct	Rückläufig	Rückläufig	Direct

	τ Ophiuchi	λ Ophiuchi	70 p Ophiuchi	ξ Librae	Σ 3062	Σ 1938	γ Virginis
T	1840.07	1790.30	1808.27	1832.61	1835.20	1851.57	1836.61
U	87.04 Jahre	89.01 Jahre	95.97 Jahre	105.52 Jahre	112.64 Jahre	146.65 Jahre	183.12 Jahre
a	0″.82	0″.84	4″.96	1″.29	1″.31	1″.32	2″.40
e	0.037	0.453	0.494	?	0.501	0.854	0.880
i	51°.8	49°.4	57°.3	70°.2	30°.0	49°.5	23°.6
Ω	55°.1	32°.7	123°.1	4°.7	32°.2	94°.7	1°.6
ω	145°.7	126°.1	160°.5	?	97°.5	87°.1	313°.8
Bewegung	Direct	Direct	Rückläufig	Direct	Direct	Rückläufig	Rückläufig

	ω Leonis	δ Cygni	α Coronae	α Geminorum
T	1841.40	1904.10	1825.32	1750.33
U	277.77 Jahre	415.11 Jahre	420.24 Jahre	996.85 Jahre
a	1″.31	2″.31	2″.98	7″.54
e	0.722	0.286	0.590	0.344
i	86°.2	37°.8	40°.9	42°.1
Ω	169°.2	91°.1	20°.7	32°.0
ω	84°.2	203°.0	65°.9	294°.0
Bewegung	Direct	Rückläufig	Direct	Rückläufig

j) Die Eigenbewegungen der Fixsterne.

Der Name Fixsterne ist, wenn wir diesen Weltkörpern eine besondere, ihnen eigenthümliche Bewegung zuschreiben, ein uneigentlicher, jedoch sind die Eigenbewegungen erst in neuester Zeit von einem kleinen Theile derselben erwiesen und bestimmt, sodaß wir kaum von einem Zwanzigstel der bisjetzt beobachteten Sterne die Eigenbewegung genähert, von den teleskopischen Sternen aber nur von einigen wenigen kennen.

Die Ortsveränderung ist bei einigen Sternen nicht ganz unbeträchtlich. Der helle Stern Arktur im Bootes hat seit Hipparch's Zeiten seinen Ort gegen die benachbarten Sterne um $2^1/_2$ Vollmondbreiten geändert, unter den hellern Sternen ist nur einer, α Centauri (den wir über unserm Horizont nicht sehen), welcher eine noch etwas größere, eigene Bewegung hat; von den schwächern Sternen ist sie bei wenigen noch größer und steigt bis zu dem vierfachen Betrage, sodaß ein Stern im Schiffe (2151 Puppis) nach Maclear sich jährlich 7″.87, ein Stern im Indianer (ε Indi) nach d'Arrest sich 7″.74 bewegen soll. Von den 3222 hellern Sternen, welche der britische Astronom Bradley im vorigen Jahrhundert beobachtet hat, haben fast 900 eine stärkere Eigenbewegung als 10″ in 100 Jahren, 227 eine solche von über 25″ und 50 eine von über 1′.

Diese an und für sich geringen Eigenbewegungen konnten mit bloßem Auge selbstverständlich nicht wahrgenommen werden, es gehörten dazu mit Fernröhren versehene Meßinstrumente. Daher dachte auch vor Erfindung des Fernrohrs niemand an eine Ableitung von Eigenbewegungen, und Halley war der erste, der im Jahre 1717 eine Eigenbewegung bei Aldebaran, Sirius und Arktur vermuthete und solche aus alten Beobachtungen berechnen wollte. Von einer größern

:nge von Sternen leitete darauf der Astronom To-
s Mayer die Eigenbewegung mit zieulicher Sicher-
t ab, besonders aber ist es erst das Verdienst
terer Astronomen, sie an einer größern Anzahl von
ernen bestimmt zu haben.

Diejenigen Sterne, bei welchen die Eigenbewegung
ch Mädler's und Argelander's Rechnungen jährlich
er 1″ beträgt, mögen hier einen Platz finden. Die
on genannten 2151 Puppis und ε Indi sind fort-
lassen, weil die Zahlen noch erst der Bestätigung
bürfen.

Name.	Größe.	AR 1875.	δ 1875.	Jährliche Eigenbewegung.
		h m s	° ′	″
30 Groombridge	6.7	11 45 39	+ 38 38.9	7″.05
Cygni	5.6	21 1 18	+ 38 8.1	5.22
lande 21185	7.3	10 56 31	+ 36 50.0	4.75
» 21258	8.7	10 59 24	+ 44 9.8	4.70
Eridani	4.6	4 33 35	— 7 49.8	4.09
Cassiopeiae	5.7	0 59 48	+ 54 11.6	3.83
Centauri	1.0	14 31 8	— 60 18.9	3.67
Groombridge	8.2	0 11 10	+ 43 18.7	2.81
lande 4803	6.3	2 29 11	+ 6 16.8	2.36
» 25372	8.5	13 39 22	+ 15 34.7	2.32
Bootis	1.0	14 9 58	+ 19 50.1	2.26
lande 7443	8.5	3 54 49	+ 34 58.6	2.24
adley 3077	5.9	23 7 11	+ 56 28.6	2.09
Hydri	3.0	0 19 9	— 77 57.5	2.06
lande 27173	4.9	14 50 9	— 20 40.5	2.01
» 15290	8.3	7 45 31	+ 31 0.0	1.97
Draconis	5.0	19 32 33	+ 69 27.6	1.93
Ceti	4.0	1 38 19	— 16 36.1	1.90
lande 18115	7.7	9 5 55	+ 53 13.5	1.69
Pavonis	4.0	19 46 6	— 73 14.2	1.63
lande 30694	6.9	16 46 42	+ 0 14.6	1.61
» 38383	7.3	19 58 40	+ 23 1.6	1.54
Virginis	5.0	13 11 54	— 17 36.5	1.45
acille 147	5.6	0 30 53	— 25 27.3	1.44
ıdorenko 1643	6.7	10 3 45	+ 50 5.4	1.43
lande 30044	7.8	16 24 20	+ 4 30.5	1.43
ıdorenko 1384	8.8	8 43 41	+ 71 16.7	1.40
lande 46650	8.7	23 42 39	+ 1 44.7	1.38
» 6888	8.2	3 38 29	+ 41 5.1	1.37
Canis minoris	1.0	7 32 45	+ 5 32.6	1.33
acaille 8381	5.3	20 7 28	— 27 31.2	1.33
Scorpii	2.4	14 56 46	— 24 47.3	1.32
lande 27744	7.0	15 7 37	— 0 42.6	1.31
Pegasi	6.1	23 55 37	+ 26 25.7	1.30
ilizen 17415.6	9.0	17 37 11	+ 68 27.6	1.27
acaille 3386	6.7	8 28 0	— 31 6.4	1.26
Canis majoris	1.0	6 39 39	— 16 32.8	1.25
Scorpii	7.0	17 8 33	— 26 21.4	1.23
Ophiuchi	5.0	17 7 41	— 26 24.5	1.23
Cassiopeiae	4.3	0 41 33	+ 57 9.1	1.23
Z. W. 17h. 322	8.2	17 19 33	+ 2 16.3	1.21
Trianguli	5.0	2 9 24	+ 33 39.2	1.20
Crateris	6.0	11 28 26	— 32 10.5	1.18
Comae	5.0	13 6 4	+ 28 30.4	1.17
lande 15976	7.4	7 52 48	+ 29 36.0	1.17
Ursae majoris	3.0	9 24 29	+ 52 14.7	1.13
p Ophiuchi	4.0	17 59 18	+ 2 32.2	1.11
lande 27298	7.6	14 51 40	+ 54 10.0	1.10
Herculis	5.7	17 15 59	+ 32 38.2	1.05
lande 16304	5.7	8 12 27	— 12 12.2	1.01
Aquilae	5.5	19 18 59	+ 11 40.5	1.00

Die 20 Sterne 1. Größe haben in 100 Jahren fol-
ende Eigenbewegung:

α Eridani	42″	η Argûs	5″
α Tauri	21	α Crucis	16
α Aurigae	44	α Virginis	6
β Orionis	3	β Centauri	9
α Orionis	5	α Bootis	226
α Argûs	5	α Centauri	367
α Canis majoris	125	α Scorpii	6
α Canis minoris	133	α Lyrae	35
β Argûs	19	α Aquilae	66
α Leonis	25	α Piscis austrini	40

Im Durchschnitt beträgt für die Sterne 1. Größe
die Eigenbewegung in 100 Jahren 60″, für die Sterne 2. Größe nahe 13″, für die 3. Größe 17″, für die 4. Größe 14″, für die 5. Größe 11″, für die 6. Größe 9″. Aus diesen Zahlen geht unter der Voraussetzung, daß die Sterne im Durchschnitt gleiche Bewegung haben, hervor, daß die schwächern Sterne beträchtlich entfernter sind als die hellern, wenn auch bei weitem nicht in dem Maße, wie aus ihren Helligkeiten folgen würde.

Die absolute Bewegung einiger dieser Sterne läßt sich mit Hülfe der im nächsten Abschnitt vorkommenden Parallaxen berechnen und es findet sich die jährliche Bewegung von

α Lyrae	44	Millionen	geogr.	Meilen.
α Centauri	92	»	»	»
70 p Ophiuchi	130	»	»	»
34 Groombridge	181	»	»	»
21185 Lalande	181	»	»	»
1830 Groombridge	523	»	»	»

Da die Fixsterne eine Eigenbewegung haben, hat man die Frage aufgeworfen, ob nicht auch die Sonne mit ihrem Gefolge von Planeten und Kometen an der allgemeinen Bewegung im Weltraume theilnimmt. Unter der Voraussetzung, daß die Sonne nach einem festen Punkte hingeht, müßten die Sterne, wohin diese Bewegung sich richtet, sich scheinbar voneinander entfernen, diejenigen aber, von welchen sie kommt, näher aneinanderrücken. Herschel sowol wie Argelander und Struve haben unabhängig voneinander aus der Eigenbewegung der Fixsterne die Richtung, nach der unser Sonnensystem sich hinbewegt, berechnet und sehr nahe ein und denselben Punkt am Himmel gefunden, der im Sternbilde des Hercules nahe bei dem Sterne λ in etwa 260° AR und + 30° Decl. liegt.

Wie schnell sich unser Sonnensystem jährlich oder an einem Tage bewegt, ist auch schon untersucht, aber die dafür angegebenen Zahlen weichen sehr beträchtlich voneinander ab, denn während ein Astronom dieselbe nur zu 100000 Meilen täglich angibt, findet ein anderer den acht- bis zehnfachen Betrag. Diese Größe zu bestimmen, müssen wir daher der Zukunft überlassen!

Die Eigenbewegungen, welche wir aufgeführt haben, sind regelmäßige, geradlinige, nur bei einigen Hauptsternen entdeckte man außer den regelmäßigen Bewegungen auch eine unregelmäßige, welche sich jedoch in eine regelmäßige und eine periodische zerlegen läßt und zu der Vermuthung Anlaß gab, daß diese Sterne möglicherweise doppelt sein könnten, in welchem Falle jedoch der eine Stern uns nicht sichtbar ist. Bei Sirius wies Bessel zuerst die Existenz eines solchen dunkeln Begleiters nach und bestimmte aus den periodischen Bewegungen des Sirius die Bahn des Begleiters. Gegenwärtig ist Sirius als Doppelstern bekannt, und wenn auch der Begleiter entfernter und dem Anschein nach viel kleiner ist als nach Bessel's Rechnung der dunkle Begleiter sein sollte, so scheint er doch die Umlaufszeit mit dem berechneten dunkeln Begleiter gemeinsam zu haben. Die von Auwers gerechnete Bahn ist

$$T = 1793.88$$
$$U = 49.407 \text{ Jahre}$$
$$a = 2''.33$$
$$e = 0.615$$
$$i = 47^\circ.1$$
$$\Omega = 62^\circ.0$$
$$\omega = 18^\circ.9$$

Direct.

k) Ueber die Entfernungen der Fixsterne.

Die Fixsterne sind Sonnen, und da unsere Sonne 56000 Millionen mal heller ist, als ein Fixstern 1. Größe, würde sie, wenn man voraussetzt, daß der Weltraum vollkommen durchsichtig ist und das Licht im Quadrat der Entfernung abnimmt, um nahe das 240000fache ihrer jetzigen Entfernung von der Erde fortgerückt werden müssen, damit sie uns von der Helligkeit eines Sternes 1. Größe erschiene. Da die Entfernung der Sonne von uns nahe 20 Millionen Meilen ist, würde sie also, um als Fixstern 1. Größe zu erscheinen, von uns 5 Billionen Meilen entfernt sein müssen.

Dies Beispiel zeigt, daß, wenn wir die Fixsterne als unserer Sonne ähnliche Körper annehmen, selbst die hellsten Sterne schon Billionen von Meilen entfernt sind und die schwächern, wenn wir ihr Schwächererscheinen nur der größern Entfernung zuschreiben, noch ganz beträchtlich weiter von uns entfernt stehen müssen.

Wenn man die Entfernung eines Gegenstandes nicht direct messen kann, geschieht es dadurch, daß man von zwei Orten, deren Distanz man kennt, die Winkel zwischen den Orten und dem Gegenstande mißt und dann die Entfernung des Gegenstandes berechnet. Die Distanz der beiden Orte voneinander, die Grundlinie oder Basis genannt, darf, da Beobachtungsfehler bei der Messung der Winkel unvermeidlich sind, nicht zu klein zu der Entfernung des Gegenstandes sein und am wenigsten wirken die Beobachtungsfehler ein, wenn das durch die Messungen entstehende Dreieck nahe ein gleichseitiges ist.

Um die Entfernung der Fixsterne zu bestimmen, wird man daher wegen der Größe derselben nicht den Durchmesser oder Halbmesser der Erde als Grundlinie annehmen können, sondern eine größere Basis suchen müssen. Man wählt dazu die Erdbahn, indem man zu verschiedenen Jahreszeiten die Richtungen nach den Fixsternen bestimmt und daraus den Winkel, unter dem am Fixstern der Radius der Erdbahn erscheint, die jährliche Parallaxe des Fixsterns ermittelt.

Daß solche Messungen nur mit den genauesten Instrumenten angestellt werden können und die Parallaxenbestimmung zu den schwierigsten Problemen der Astronomie gehört, bedarf wol kaum der Erwähnung. Alle Versuche, welche bei dem Erwachen der Astronomie nach dem Mittelalter Rothmann, Tycho, Hooke, Flamsteed, Picard, Cassini, Römer u. a. anstellten, misglückten. Bradley wollte die Parallaxe bestimmen und entdeckte bei diesen Versuchen zuerst die Aberration des Lichts und nachher die Nutation (Schwanken der Erdachse).

Mit Sicherheit sind erst Parallaxen in neuerer Zeit von Bessel, W. Struve, Peters u. a. bestimmt.

Von folgenden Sternen hat man theils mit dem Heliometer, theils mit dem Refractor die Parallaxen ermittelt:

Von α Centauri ist die Parallaxe 0″.8, die mittlere Entfernung also 5 Billionen Meilen.

Von 61 Cygni ist die Parallaxe 0″.51, die mittlere Entfernung also 8 Billionen Meilen.

Von α Lyrae ist die Parallaxe 0″.16, die mittlere Entfernung also 26 Billionen Meilen.

Von 1830 Groombridge ist die Parallaxe 0″.27, die mittlere Entfernung also 15 Billionen Meilen.

Von 70 p Ophiuchi ist die Parallaxe 0″.17, die mittlere Entfernung also 24 Billionen Meilen.

Von 21185 Lalande ist die Parallaxe 0″.51, die mittlere Entfernung also 8 Billionen Meilen.

Von 34 Groombridge ist die Parallaxe 0″.31, die mittlere Entfernung also 13 Billionen Meilen.

Peters hat in Pulkowa versucht, von einer größern Anzahl von Sternen durch andere Methoden als die, welche bei den eben genannten Parallaxenbestimmungen in Anwendung gekommen sind, die Entfernungen zu bestimmen und daraus Mittelwerthe abgeleitet, welche im Durchschnitt

von Sternen 1. Größe die Parallaxe 0″.21, also die Entfernung 20 Billionen Meilen;

von Sternen 2. Größe die Parallaxe 0″.12, also die Entfernung 35 Billionen Meilen;

von Sternen 3. Größe die Parallaxe 0″.08, also die Entfernung 52 Billionen Meilen;

von Sternen 4. Größe die Parallaxe 0″.05, also die Entfernung 83 Billionen Meilen

u. s. w. ergeben haben, doch sind dies theilweise nur Näherungswerthe, welche noch sehr der Bestätigung bedürfen.

l) Die Durchmesser und physische Beschaffenheit der Fixsterne.

Daß es bei so großen Entfernungen schwer möglich ist, die Durchmesser der Fixsterne zu bestimmen, ist begreiflich. Unsere Sonne, die jetzt mehr als einen halben Grad Durchmesser hat, würde, wenn sie 240000 mal weiter wäre, nur den Durchmesser von $^1/_{130}$″ haben und daß daher die von den ältern Astronomen angegebenen Durchmesser (Kepler gab dem Sirius 240″, Gassendi demselben Stern 10″, Herschel 6″.3 u. s. w.) sehr unrichtig sind, ist nicht zu verwundern. Selbst die von Herschel angegebenen Durchmesser der Wega zu 0″.36, des Arktur zu 0″.20 sind, da wir so kleine Durchmesser selbst mit unsern besten Instrumenten kaum messen können, nur hypothetisch. Einen sehr sinnreichen Versuch wenigstens annähernd die Durchmesser zu bestimmen, hat Stampfer mit künstlich hergestellten Sternen gemacht und auch gefunden, daß wenn ein Stern 1. Größe so hell und groß als unsere Sonne ist, er nur einen Durchmesser von $^1/_{150}$″ zu haben braucht. Wenn die schwächern Sterne nur wegen ihrer größern Entfernung schwächer erscheinen, wird ihr scheinbarer Durchmesser gar verschwindend klein werden, sodaß gegenwärtig die Bestimmung so kleiner Größen noch ganz unmöglich erscheint.

Ueber die physische Beschaffenheit der Fixsterne wüßten wir gar nichts, wenn nicht die Spectralanalyse wenigstens einige allgemeine Aufschlüsse gegeben hätte.

Schon Fraunhofer hatte festgestellt, daß die Spectra der Fixsterne im allgemeinen dem Spectrum der Sonne ähnlich sind. Man sieht, wenn man das Fernrohr mit einem System von Prismen versieht und auf einen Sterne richtet, continuirliche, von dunkeln Linien durchzogene Spectra, und da ganz ähnliche Spectra mit denselben dunkeln Linien durch das Verbrennen irdischer Stoffe dargestellt werden können, nimmt man an, daß in den Atmosphären oder Photosphären der Fixsterne dieselben Stoffe enthalten sind. In den Spectren der Sterne Aldebaran und Beteigeuze erkannte der Engländer Huggins z. B. die im Sonnenspectrum so bekannte Doppellinie D und schließt daraus, daß in den Atmosphären dieser Sterne Natriumdampf enthalten ist. Ebenso hat man aus andern Linien abgeleitet, daß auf beiden Sternen Magnesium, Wismuth, Antimon, Tellur und Quecksilber sich vorfindet, daß in der Atmosphäre des Aldebaran auch Wasserstoffgas gibt, welches bei Beteigeuze fehlt.

Secchi unterscheidet nach den verschiedenartigen beobachteten Spectren vier Haupttypen von Sternen. Das Spectrum der weißen oder wenig bläulichen Sterne, z. B. der Wega, des Sirius, Atair, Regulus,

igel, von drei Sternen des großen Bären, mit Ausbme von α Ursae majoris, zeigen ein Spectrum, elches sich durch vier dunkle Linien auszeichnet, die dem Spectrum des glühenden irdischen Wasserstoffs rkommen. Da diese Linien in dem Sternspectrum ne große Breite haben, schließt man daraus, daß e absorbirende Schicht des Wasserstoffs sehr dick ist d unter einem großen Drucke steht, sowie daß die emperatur derselben eine bedeutende ist.

Der zweite Typus der Fixsterne zeigt sich im Specum unserer Sonne, in Capella, Pollux, Arktur, Aldeiran, Procyon u. s. w., und man ist übereingekommen, ß diese Sterne ganz ähnliche stoffliche Zusammenzung und sonstige physische Beschaffenheit wie die onne haben müssen.

Zu dem dritten Typus gehören die rothen Sterne Orionis, β Pegasi, Mira Ceti, Antares, α Herculis a. Die Absorptionslinien sind mehr Streifen s Linien und die Natriumlinie D erscheint besonrs stark ausgebreitet, während die Wasserstofflinien eniger vorherrschend als bei den beiden ersten Typen d. Die Linien sprechen für das Vorhandensein von lagnesium, Natrium und Eisen.

Der vierte Typus der Spectra endlich zeigt drei lle, durch dunkle Zwischenräume getrennte Bänder, n denen das glänzendste im Grün liegt, das zweite el schwächere im Blau; das dritte, im Gelb, erstreckt h bis zum Roth und zerfällt oft in mehrere Abeilungen. Dieses Spectrum ist sehr verschieden von m der andern Typen, gehört auch schwachen Sternen und hat die größte Aehnlichkeit mit dem Kohlenectrum.

Von den untersuchten Sternen gehört etwa die älfte dem ersten Typus, ein Drittel dem zweiten ypus, die meisten der übrigbleibenden dem dritten ypus an und nur schwächere Sterne zeigen den erten Typus.

II. Die theorische Astronomie.

(Tafel 4, 5, 6, 7, 11, 12.)

1. Einleitung. Erklärungen.

Sobald die Bewegung einzelner Sterne erkannt, war sehr natürlich, daß man die Art der Bewegung, e Bahnen bestimmen wollte und sich bestrebte, die ewegung der Himmelskörper in ein System zu bringen. em Scheine entsprechend setzten die Mehrzahl der ten Philosophen die Erde in den Mittelpunkt des eltalls und ließen um die Erde nach der Größe der nlaufszeit die Wandelsterne, zunächst den Mond, nn die Planeten Mercur, Venus, darauf die Sonne, e Planeten Mars, Jupiter und Saturn kreisen. ebem dieser Himmelskörper gab man eine besondere ncentrische Hohlkugel, eine Sphäre, und in eine äußere phäre kamen alsdann die Fixsterne.

Obwol im Alterthum schon einige andere Ansichten, sonders aus der Schule der Pythagoräer, von ristarch von Samos u. a. ausgesprochen wurden, t doch das Weltsystem, welches die Erde unbeweglich Mittelpunkt setzte, und das ausführlich in dem sten astronomischen Lehrbuche, dem „Almagest", niederlegt ist, eine historische Bedeutung erlangt und galt s zum Schlusse des Mittelalters als das allein richtige. Das Ptolemäische Weltsystem, so wurde es nach m berühmten Verfasser des „Almagest", Ptolemäus, nannt, hatte zwölf durchsichtige, sphärische Kugelalen, von welchen die ersten acht schon genannt sind, e neunte und zehnte hießen der erste und zweite ystallhimmel und dienten zur Erklärung des Vorkens der Nachtgleichen (der Präcession), die elfte dagegen, das primum mobile, führte alle von ihm eingeschlossenen Kreise täglich um die Erde, während endlich die zwölfte, das empyreum, als der Aufenthalt der seligen Geister gedacht wurde.

Ein anderes Weltsystem, das ägyptische genannt, bestimmte, daß im Mittelpunkt des Weltalls die Erde stünde und um diese der Mond, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn sich bewegten, außerdem aber Mercur und Venus um die Sonne ihre Bahnen beschrieben.

Nikolaus Kopernicus, geb. 1473, gest. 1543, fand das Ptolemäische System den Bewegungen der Himmelskörper nicht entsprechend, denn nach demselben mußte man den Planeten, die theils von rechts nach links und dann rechtläufig, theils von links nach rechts und dann rückläufig sich zu bewegen scheinen, noch eigenthümliche Bewegungen geben, welches dadurch geschah, daß man die Wandelsterne in den Sphären kleine Kreise beschreiben ließ, die man Epicykeln nannte.

Alle diese verwickelten Bewegungen, das ganze System der Epicykeln, hob Kopernicus dadurch auf, daß er die Erde in die Reihe der Planeten setzte und um die Sonne erst Mercur, dann Venus, darauf die Erde, Mars, Jupiter und Saturn sich bewegen ließ, dem Monde aber als Trabanten der Erde seine Bahn um die Erde gab. Erklärte er dadurch auf eine höchst einfache Art die scheinbar so eigenthümlichen schleifenförmigen Bewegungen der Planeten und die jährliche Bewegung der Sonne, indem diese nur Schein sei, die Erde sich vielmehr innerhalb eines Jahres um die Sonne drehte, so gab er, um die rasche Bewegung der Fixsternsphäre mit allem andern in Uebereinstimmung zu bringen, der Erde noch eine Umdrehung um ihre Achse innerhalb eines Tags.

Wenn nun auch Kopernicus schon selbst sein äußerst einfaches System, um die nicht gleichförmige Bewegung der Planeten zu erklären, dahin modificirte, daß er die Sonne nicht im Centrum der Planetenbahnen, sondern excentrisch hinstellte, so vollendete doch erst der große Kepler dieses System durch die Erkenntniß der wahren Bahnen der Himmelskörper. Kopernicus ist aber doch mit vollem Recht der Reformator der Astronomie und auf seinem System beruht gegenwärtig das ganze Gebäude der theorischen Astronomie.

Das Kopernicanische System fand anfangs viele Feinde, zumal man glaubte, daß es mit den Lehren der Bibel nicht übereinstimmte. Selbst der berühmte praktische Astronom Tycho de Brahe gehörte zu seinen Widersachern, und nach seinem Tode fand man ein anderes Weltsystem vor, welches nach ihm das Tychonische heißt. Danach bewegten sich um die Sonne die Planeten Mercur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, während die Erde fest im Weltraume angenommen wurde und um sie zuerst den Mond, dann die Sonne mit den sie umkreisenden Planeten ihren Lauf vollführen sollten.

Auf Taf. 11, Fig. 8 ist der scheinbare Lauf der Venus vom 1. Januar bis Anfang Mai 1870 dargestellt und man erkennt von Januar 1 bis Februar 1 die rechtläufige Bewegung; dem kurzen scheinbaren Stillstande folgt die rückläufige Bewegung bis Mitte März, dann abermals ein kurzer Stillstand und darauf wieder rechtläufige Bewegung.

Auf Taf. 5 ist in Fig. 1 das Ptolemäische System mit der Erde im Mittelpunkt und den zwölf Sphären enthalten, in Fig. 2 erscheint das Tychonische System, bestehend aus fünf Kreisen um die Sonne und zwei Kreisen um die Erde.

Taf. 4 enthält in Fig. 1 das Kopernicanische Sonnensystem, im Centrum die Sonne, in elliptischen Bahnen die Planeten Mercur, Venus, Erde, Mars, dann ein

schattirter Ring, welcher die Bahnen sämmtlicher neuentdeckter kleiner Planeten zwischen Mars und Jupiter einschließt, darauf folgen die Bahnen des Jupiter und Saturn, welche Planeten sämmtlich den Alten bekannt waren. Uranus und Neptun, erst in den letzten 90 Jahren entdeckt, haben nicht Platz finden können, weil alsdann in dem schon sehr kleinen Maßstabe, $^1/_{12}$ Millionstel, die Tafel gerade dreimal so groß hätte sein müssen. Auf die Bahn der periodischen Kometen, welche in diesem System verzeichnet sind, werden wir später zurückkommen.

Der theorischen Astronomie in ihrer jetzigen Gestalt liegen die von Kepler entdeckten Regeln zu Grunde, welche sich aus dem Princip der Anziehungskraft entwickeln lassen. Diese Kepler'schen Regeln sind:

1) Jeder Planet beschreibt eine Bahn, die in der Mathematik ein Kegelschnitt genannt wird und in einem der Brennpunkte dieser Kegelschnitte steht die Sonne.
2) Die Flächen, welche von dem Radiusvector (Entfernung der Himmelskörper von der Sonne) in der Bahn beschrieben werden, sind den Zeiten proportional, in welchen sie durchlaufen werden.
3) Es verhalten sich bei den verschiedenen Planeten unsers Sonnensystems die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Kuben der mittlern Entfernungen.

Die beiden ersten Kepler'schen Regeln wurden (er entdeckte die zweite zuerst) im Jahre 1609 in der Schrift „Astronomia nova, sive physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex Observationibus Tychonis Brahe. 1609 Heidelbergae" aufgestellt. Die dritte Regel fand Kepler 1618, und zwar schon am 8. März, doch wies er sie nach Berichtigung eines Rechnungsfehlers erst am 15. Mai 1618 nach.

Die Bahnen, welche die Planeten um die Sonne beschreiben, sind Ellipsen mit meistens geringer Excentricität, während die Kometen entweder Ellipsen mit ziemlich bedeutender Excentricität oder Parabeln (mit der Excentricität 1) oder Hyperbeln (mit Excentricitäten über 1) beschreiben; die Bahnen der Sternschnuppenschwärme sind entweder Ellipsen (wenn die Schwärme nach bestimmten Perioden wiederkommen), Parabeln oder Hyperbeln. Die Art und Weise, wie aus den Beobachtungen die Bahnen berechnet werden, ist eine ziemlich complicirte, für die Kometen hat der Astronom Olbers zu Ende des vorigen Jahrhunderts eine sehr bequeme und leichte Methode gefunden, welche jetzt noch angewandt wird. Gauß hat, was die Bestimmung der Planetenbahnen betrifft, in seinem berühmten Werke: „Theoria motus corporum coelestium etc.", dasjenige Verfahren angegeben, welches nicht allein durch seine Methode und Einfachheit, sondern auch durch Kürze sich auszeichnet. Erst in neuerer Zeit, seitdem die Zahl der Planeten ungemein groß geworden, hat man sich bemüht, die Methode noch zu vereinfachen und zu kürzen, und ist dies auch theilweise gelungen.

Die Darstellung einer Bahn geschieht durch verschiedene Größen, welche man Elemente nennt. Die theorische Astronomie lehrt, daß in unserm Sonnensystem zur Bestimmung der Ellipse und Hyperbel, abgesehen von der Masse des Himmelskörpers, die bei den kleinen Planeten und den Kometen vernachlässigt wird, sechs Elemente gehören, während für die Parabel deren fünf genügen.

Zur Bestimmung der Bahn selbst gehören bei der Ellipse und Hyperbel zwei Elemente. Die längste Linie in der Ellipse, welche durch deren Mittelpunkt gezogen werden kann, heißt die große Achse, die kürzeste und auch durch den Mittelpunkt gehende Linie die kleine Achse. Durch die große und kleine Achse, also durch zwei Elemente, ist die Ellipse bestimmt. Die Lehre von den Kegelschnitten zeigt aber, daß, wenn man die beiden Achsen kennt, auch die Excentricität, die Entfernung des Brennpunktes vom Mittelpunkt ausgedrückt in der Einheit der halben großen Achse, leicht gefunden werden kann, und daher ist die Ellipse auch sofort bestimmt, wenn statt einer der Achsen (gewöhnlich statt der kleinen Achse) die Excentricität gegeben ist.

Da die Sonne in einem Brennpunkt der Ellipse steht, so findet sich, daß der Planet der Sonne am nächsten, wenn er in einem Endpunkt der großen Achse angelangt ist (im Perihel), am entferntesten ist der Planet an dem andern Endpunkte der großen Achse (im Aphel). Bei der Parabel und der Hyperbel ist die halbe große Achse unendlich groß, es fällt deshalb Element fort und man gibt bei der Parabel gewöhnlich die Entfernung im Perihel an; bei der Hyperbel ist noch die Größe der Excentricität nöthig.'

Wenn die Excentricität 0 ist, fallen die Brennpunkte mit dem Mittelpunkt zusammen, es entsteht der Kreis; wenn die Excentricität 1 ist, so wird, wie schon gesagt, aus der Ellipse die Parabel.

Den Winkel, dessen Sinus gleich der Excentricität ist, nennt man auch den Excentricitätswinkel.

Die Bahnen, welche die Planeten und Kometen beschreiben, sind meistens gegen unsere Erdbahn oder gegen die Ebene, welche durch die Erdbahn gelegt wird, die Ekliptik, geneigt und die Durchschnittspunkte der Planeten- und Kometenbahnen mit dieser Ebene heißen die Knotenpunkte. Derjenige Knoten, durch welchen der Himmelskörper geht, wenn er von südlicher Breite zu nördlicher übergeht, heißt der aufsteigende, der andere der niedersteigende Knoten. Die Angabe der Länge des aufsteigenden Knotens, d. h. wie viele Grade dieser vom Frühlingspunkt entfernt ist, und die Neigung der beiden Bahnen gegeneinander sind wieder zwei Elemente.

Gibt man nun noch an, welche Länge der Himmelskörper hat, wenn er im Perihel steht, außerdem die Zeit oder die Epoche des Durchgangs durch das Perihel, so hat man für die Ellipse und Hyperbel im ganzen sechs Elemente, für die Parabel nur fünf Elemente, für den Kreis, da bei selbigem kein Perihel vorhanden ist, nur vier Elemente. Bei den größern Planeten ist noch als siebentes Element die Angabe der Masse des Körpers nöthig.

Die Aufgabe der theorischen Astronomie besteht darin, aus Beobachtungen die Bahn oder die Elemente der Bahn zu ermitteln. Bei den sechs Planetenelementen bedarf man dazu sechs einzelner Beobachtungen, welche in drei Längen und drei Breiten, oder vier Längen und zwei Breiten u. s. w., bestehen können, bei parabolischen Bahnen genügen fünf, bei kreisförmigen Bahnen sogar nur vier Daten.

Wenn man die Elemente der Bahn kennt, ist es nicht schwer, den Lauf des Himmelskörpers zu berechnen. Man ermittelt ihn zuerst, indem man sich in den Mittelpunkt der Sonne denkt, d. h. man bestimmt die heliocentrischen Oerter, dann versetzt man sich in den Mittelpunkt der Erde und bestimmt die geocentrischen Oerter. Die Angabe der Oerter in regelmäßigen Intervallen (etwa von Tag zu Tag) heißt eine Ephemeride.

Die Umlaufszeit eines Himmelskörpers ist die Zeit, welche er gebraucht, um seine ganze Bahn einmal

zu durchlaufen, und sie läßt sich, sobald man die halbe große Achse oder die mittlere Entfernung kennt, nach der dritten Kepler'schen Regel leicht berechnen. Die mittlere tägliche Bewegung eines Himmelskörpers ergibt sich, wenn man den Umkreis oder 360° durch die Umlaufszeit, in Tagen ausgedrückt, theilt.

Wir haben aber gesehen, daß sich der Nullpunkt unserer Zählung am Himmel fortwährend ändert. Da man auch die Umlaufszeit als die Zeit, welche verfließt, zwischen einer Stellung des Objects am Himmel und dessen Wiederkehr in dieselbe erklären kann, so unterscheidet man, je nachdem diese Stellungen sich auf die Fixsterne, auf den Nullpunkt unserer Theilung, auf die Stellung zur Erde und Sonne beziehen, verschiedene Umlaufszeiten.

Die siderische Umlaufszeit ist die Zeit, welche verfließt zwischen zwei gleichen Stellungen des Planeten in Bezug auf die Fixsterne.

Die tropische Umlaufszeit ist die Zeit, welche der Planet gebraucht, um wieder zu demselben Punkte in Bezug auf den Nachtgleichenpunkt zu kommen, d. h. denselben Grad der Länge einzunehmen, welchen er gehabt hat.

Die synodische Umlaufszeit ist der Zwischenraum zwischen zwei gleichen Stellungen des Planeten in Bezug auf Erde und Sonne, z. B. die Zeit von einer Opposition oder Conjunction zur andern. Unter Conjunction versteht man die Stellung, wenn die Sonne und der Planet von der Erde aus gesehen dieselbe Länge haben, unter Opposition die Stellung, wenn die Länge der Sonne und des Planeten genau um 180° voneinander verschieden sind.

Der Winkel, welcher an der Sonne entsteht, wenn man einen Radiusvector vom Planeten nach der Sonne zieht und einen andern Radiusvector von der Sonne nach dem Punkte des Perihels, heißt die wahre Anomalie.

Denkt man sich einen Himmelskörper, der mit dem betrachteten Planeten dieselbe Umlaufszeit hat, dessen Bahn aber ein Kreis und dessen Bewegung daher eine ganz gleichförmige ist, so heißt der Winkel, welcher zwischen der frühern Periheldrichtung und der Richtung von der Sonne nach diesem imaginären Planeten gebildet wird, die mittlere Anomalie. Die Differenz, welche bei einer Bahn zwischen der wahren und mittlern Anomalie existirt, heißt die Mittelpunktsgleichung.

Endlich unterscheidet man noch eine Anomalie, welche entsteht, wenn man sich um den Mittelpunkt der Ellipse einen Kreis denkt, der die halbe große Achse als Radius hat. Zieht man von der halben großen Achse senkrecht durch den Ort des Planeten eine gerade Linie, so trifft man die Peripherie des Kreises in einem bestimmten Punkte. Der Winkel am Mittelpunkt der Ellipse, gebildet durch die Richtung nach dem Perihel und durch die Richtung nach dem eben bestimmten Punkte in der Peripherie des Kreises, heißt die excentrische Anomalie. Zwischen ihr und der wahren, sowie zwischen ihr und der mittlern Anomalie bestehen ziemlich einfache Gleichungen, welche schon von Kepler entwickelt sind und wovon die zwischen der excentrischen und wahren Anomalie von besonderer, nicht algebraischer, sondern transscendenter Form ist und die Kepler'sche Gleichung heißt.

Statt der Durchgangszeit durch das Perihel, welche man bei Kometenbahnen als Element einführt, hat man bei der Ellipse zu einer bestimmten Epoche die dazu gehörige mittlere Anomalie eingeführt.

Die Länge des Perihels unter der Angabe der Elemente ist, wenn die Planetenbahn eine Neigung gegen die Ellipsik hat, die Summe zweier Bögen, nämlich das Bogenstück von dem Nullpunkt der Theilung bis zum Knotenpunkte, die Länge des Knotens, und das Bogenstück vom Knoten bis zum Perihel.

Das Bogenstück vom Knotenpunkt bis zum Ort des Planeten heißt die Länge in der Bahn, auch Argument der Breite, und dazu die Länge des Knotens addirt, gibt die sogenannte mittlere Länge des Planeten.

Statt der halben großen Achse oder deren Logarithmus allein gibt man gewöhnlich noch die mittlere tägliche Bewegung an und erlangt dadurch und in Verbindung mit den eben erwähnten Daten mehr als sechs oder fünf Elemente. Es sind dies eigentlich überflüssige, von den nothwendigen abhängige Elemente; sie dienen zur Controle und zur bessern Uebersicht.

Auf unserer Taf. 11 ist die Fig. 5 eine Versinnlichung der zweiten Kepler'schen Regel; die schattirten Flächen sind ellipsische Sectoren von gleicher Größe, die also in gleichen Zeiten beschrieben werden. Der Sector ASB ist gleich dem Sector HSG, gleich dem Sector CSD, gleich dem Sector FSE, und man erkennt die ungleiche Bewegung in der Bahn, indem in denselben Zeiten die Bogen AB, CD, EF, GH beschrieben werden.

In Fig. 6 derselben Tafel ist eine Darstellung der mittlern und wahren Anomalie; der Winkel ASP ist die wahre Anomalie, welche in derselben Zeit von dem Planeten beschrieben, für welche man sich die mittlere Anomalie A'SP' zurückgelegt denkt, ebenso entspricht die mittlere Anomalie A'SQ' der wahren Anomalie ASQ, und den Halbkreis A'SS' denkt man sich in derselben Zeit durchlaufen, als die Halbellipse ASB.

Stellt die Linie SVF die Richtung nach dem Frühlingsanfangspunkt, dem Nullpunkt unserer Theilung am Himmel dar, so ist der Winkel VSA die Länge des Perihels, der Winkel VSP die mittlere Länge des Planeten.

Auf Taf. 4 sind bei den Planeten- und Kometenbahnen die Perihelien durch Punkte mit dem Buchstaben π, die aufsteigenden Knoten durch die Zeichen ☊, die niedersteigenden Knoten durch ☋ angegeben.

2. Das Sonnensystem.

Zu unserm Sonnensystem gehören die Sonne, der man das Zeichen ☉ gegeben hat, die Planeten Mercur mit dem Zeichen ☿, Venus ♀, Erde ♁, Mars ♂, die kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, deren gegenwärtig (November 1871) 117 bekannt sind, welchen allgemein jetzt die Zeichen ①, ② . . . . (117) gegeben werden, Jupiter ♃, Saturn ♄, Uranus ♅, Neptun ♆; ferner die Monde oder Trabanten, die Kometen und die Meteoriten oder Sternschnuppenschwärme, und das Wissenswerthe über diese Himmelskörper werden wir in möglichster Kürze angeben.

a) Die Sonne

ist der Centralkörper unsers Planetensystems und der uns am nächsten stehende Fixstern. Sie ist die Spenderin des Tageslichts und der Wärme, und ihre Helligkeit ist so groß, daß etwa 620000 Vollmonde und 56000 Millionen Fixsterne von der 1. Größe, von der Helligkeit der Capella, dazu gehören, um dasselbe Licht zu verbreiten.

Die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde ist die Einheit in unserm System und zugleich die halbe große Achse der Ellipse, welche unsere Erde um die Sonne beschreibt. Der Winkel, unter der

der Sonne aus der Halbmesser der Erde erscheint, heißt die Sonnenparallaxe und ist nach den neuesten Untersuchungen 8″.848. Die mittlere Entfernung von uns ist 20,036000 geographische Meilen, deren 5400 auf den Umfang der Erde am Aequator gehen. Das Licht gebraucht, um diesen Weg zu durchlaufen, nach Struve 8 Minuten 17.88 Secunden.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne in der mittlern Entfernung ist 32′ 4″.2, doch steigt selbiger in der Erdnähe (am 1. oder 2. Januar) auf 32 36″.5 und nimmt ab in der Erdferne (am 1. oder 2. Juli) bis auf 31′ 31″.9. Der wahre Durchmesser der Sonne ist 187000 geographische Meilen, 109 mal größer als der der Erde, die Oberfläche daher 11900 mal größer als unsere Erdoberfläche, der körperliche Inhalt 1,280000 mal größer als der unserer Erde.

Die Sonnenmasse ist nach Hansen 319455 mal so groß als die der Erde, die mittlere Dichtigkeit dagegen nur $^1/_4$ der mittlern Dichtigkeit der Erde und das 1.4fache der Dichtigkeit des Wassers.

Die Schwerkraft auf der Oberfläche der Sonne ist 27 mal so groß als bei uns, sodaß ein Körper, der auf der Erde ein Pfund schwer ist, auf der Sonne 27 Pfund wiegen wird. In der ersten Secunde fällt ein Körper auf der Sonnenoberfläche durch einen Weg von 133 Meter, während auf der Erde der Fallraum in derselben Zeit nur 4.9 Meter ist.

Auf der Sonne erblickt man zuweilen schon mit bloßem Auge dunkle Flecke, die im Fernrohr mit einem Halbschatten (Penumbra) umgeben sind, und durch deren Beobachtung man gefunden hat, daß sich die Sonne in 25 Tagen 7 Stunden um ihre Achse dreht. Doch haben die meisten Flecke selbst noch eine eigene Bewegung, und es zeigt sich, daß, wenn man die Rotation aus Flecken ableitet, die nördlich oder südlich vom Sonnenäquator stehen, für die Rotation eine etwas andere und zwar größere Zahl herauskommt. Aus den Beobachtungen der Flecke hat man auch gefunden, daß der Sonnenäquator gegen die Ekliptik um 7° 30′ geneigt ist und der Durchschnittspunkt oder der aufsteigende Knoten in 78° liegt. Die Flecke haben oft beträchtliche Dimensionen und bis zu 10000 Meilen und mehr im Durchmesser. Sie erscheinen nördlich und südlich vom Aequator der Sonne, gehen aber selten über eine bestimmte Zone, die die Königszone genannt wird und sich bis zu 40° nördlich und südlich vom Aequator erstreckt, hinaus.

Außer größern Flecken hat die Sonne, in starken Fernröhren betrachtet, eine große Menge äußerst kleiner Flecke oder Poren, zwischen welchen sich Lichtadern hindurchziehen. An einzelnen Stellen sind beträchtliche Lichtanhäufungen, die Sonnenfackeln genannt werden.

Nicht zu allen Zeiten sind gleichviel Sonnenflecke vorhanden; es gibt Jahre, wo deren sehr wenige sind, andere, in denen ungemein viel sich zeigen, und man hat gefunden, daß von einem Fleckenmaximum oder Fleckenminimum zum andern $11^1/_9$ Jahre verfließen. Die letzten Fleckenmaxima fielen in die Jahre 1848, 1859, 1870, die Minima in die Jahre 1856, 1868.

Bei totalen Sonnenfinsternissen hat man zuerst an den Rändern der Sonne rothe Hervorragungen, Protuberanzen, wahrgenommen, die sich mehrere Minuten über den Sonnenrand erstrecken und bis zu 20000 Meilen und mehr Höhe haben. Gegenwärtig ist es möglich, mit Spectralapparaten diese Protuberanzen bei unbewölktem Himmel zu jeder Tageszeit zu sehen. Außerdem gewahrt man bei totalen Sonnenfinsternissen einen helleuchtenden Lichtkreis um die Sonne, welcher die Krone (Corona) genannt wird.

Ueber die physische Beschaffenheit der Sonne existiren zwei Hypothesen, die eine von Wilson und W. Herschel, nach welcher die Sonne selbst ein dunkler Körper ist, der mit mehrern Atmosphären, unter ihnen eine helleuchtende, Photosphäre genannt, umgeben ist, und die Sonnenflecke werden nach dieser Hypothese als Löcher in der Photosphäre erklärt, durch welche man den dunkeln Kern der Sonne sieht, die Sonnenfackeln werden als Lichtanhäufungen erklärt u. s. w.

Nach der andern Hypothese ist die Sonne noch im feuriglüssigen Zustande, ebenfalls mit mehrern Atmosphären umgeben, in welcher eine Menge gasförmige Substanzen sich befinden, die gewisse Sonnenstrahlen absorbiren und uns in dem Spectrum der Sonne als dunkle Linien erscheinen. Die Flecke sind danach Schlacken, welche auf der feuriglüssigen Oberfläche schwimmen, über sich eine Temperaturerniedrigung eintreten lassen und dadurch die die Flecke umgebende Penumbra erzeugen. Die Protuberanzen werden als gasförmige Gebilde, Ströme, angenommen, die ähnlich unsern Wolken auf der Erde fortwährend ihre Form und Größe ändern.

Wenn man mächtige Eruptionen und Stürme auf der Sonnenoberfläche annimmt, lassen sich alle bisjetzt wahrgenommenen Erscheinungen mit der letztern Hypothese auf eine einfachere Art erklären, als mit Hülfe der erstern Wilson-Herschel'schen.

Taf. 7, Fig. 1 stellt die totale Sonnenfinsterniß vom Jahre 1860 am 18. Juli dar; die hellen Hervorragungen am Rande sind die Protuberanzen und der die schwarze Scheibe umgebende Lichtkreis die Krone.

Fig. 2 auf derselben Tafel stellt die eigenthümliche Form der Sonnenflecke dar, wie sie in dem großen Fernrohr der leipziger Sternwarte am 13. September 1867 gesehen und gezeichnet wurden.

b) Die Planeten.

1) Mercur

ist der nächste, uns sicher bekannte, die Sonne umkreisende Planet. Obwol man noch einen oder mehrere der Sonne nähere Planeten vermuthet, und einige auch glauben, daß ein solcher gesehen worden ist, kann doch nach reiflicher Prüfung aller Umstände die Beobachtung eines solchen Planeten höchstens als wahrscheinlich bezeichnet werden.

Die mittlere Entfernung von der Sonne ist 7.8 Millionen Meilen, die kleinste, da die Excentricität der Bahn nahe $^1/_5$, 6.2 Millionen, die größte 9.3 Millionen Meilen. Sein tropischer Umlauf beträgt 87 T. 23 St. 14 M. 32 S., sein synodischer 115 T. 21 St. Die Entfernung von der Erde schwankt zwischen 10.4 Mill. und 29.7 Mill. Meilen, der scheinbare Durchmesser zwischen 12″.9 und 4″.5, der wahre Durchmesser ist 650 Meilen.

Seine Masse ist nach Encke $^1/_{5819000}$ der Sonnenmasse und die Dichtigkeit 1.4 im Vergleich zur Erde. Ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, ist auf dem Mercur 0.52 Pfund schwer.

Da er im Mittel der Sonne $2^1/_2$ mal näher als unsere Erde, so bekommt er circa sechsmal so viel Licht und Wärme. Seiner Nähe zur Sonne wegen sehen wir ihn auch immer in geringer Entfernung derselben, bald nach der Sonne untergehend, bald vor ihr aufgehend. Seine größte Entfernung von der Sonne, die größte Elongation, kann bis auf 28° steigen. Er erscheint dem bloßen Auge zur Zeit der größten Elongation etwa als Stern 2. Größe.

Da er ein innerer Planet ist, d. h. seine Bahn innerhalb der Erdbahn liegt, so erkennt man im Fernrohr Phasen, wie unser Erdmond sie zeigt: er erscheint

bald ganz, bald halb, bald als Sichel beleuchtet. Phasen sind nicht scharf begrenzt, und man hat aus auf die Existenz von Bergen und einer Atmo-re geschlossen und die Rotation um seine Achse zu St. 5 M. bestimmt.

u gewissen Zeiten sehen wir ihn vor der Sonneu-be vorübergehen, und solche Mercurdurchgänge finden diesem Jahrhundert statt am 6. Mai 1878, am November 1881, am 10. Mai 1891, am 10. No-ber 1894.

2) Venus.

Die mittlere Entfernung der Venus von der Sonne 14.5 Millionen Meilen, und da die Excentricität Bahn nur $^1/_{146}$ ist, kann sie sich der Sonne bis 14.4 Mill. Meilen nähern und bis auf 14.6 Mill. ilen entfernen.

Die tropische Umlaufszeit ist 224 T. 16 St. 41 M. S., die synodische 1 J. 218 T. 16 St., sodaß der met in acht Jahren fast fünf synodische Umläufe ht und alle acht Jahre fast zu derselben Jahreszeit derselben Stelle des Himmels erscheint.

Die Entfernung der Venus von der Erde schwankt schen 5.3 Mill. und 35 Mill. Meilen, der schein-e Durchmesser zwischen 65″.2 und 9″.5, der wahre rchmesser ist 1640 Meilen. Die Masse ist $^1/_{412150}$ Sonnenmasse und die Dichtigkeit 0.89 im Vergleich Erde. Ein Pfund auf der Erde wiegt auf der nus 0.85 Pfund.

Die Venus ist der Sonne 1.4 mal näher als der e, sie erhält daher etwa 1.9 mal soviel Licht und rme. Wegen ihrer Nähe zur Sonne erscheint sie bald als Morgenstern, bald als Abendstern, und größte Elongation übersteigt nicht 48°. Am hellsten größten Glanze) erscheint sie uns 39 Tage vor nach ihrer untern Conjunction mit der Sonne.

Als innerer Planet zeigt auch Venus wie Mercur Phasen von der schmalen Sichel bis zur vollen leuchtung. Ihre Phasen zeigen keine scharfen Grenzen o man sieht auf ihr Flecke, aus welchen man auf e Atmosphäre geschlossen hat und wodurch man die tation um die Achse auf 23 St. 21 M. 22 S. an-t, doch ist diese Zahl noch sehr unsicher.

Wie der Mercur geht auch die Venus zu bestimmten ten vor der Sonnenscheibe vorüber und diese Venus-chgänge sind für die Ermittelung der Sonnenparallaxe r der Entfernung der Sonne von der Erde von ßer Wichtigkeit. Solche Vorübergänge finden aber t sehr oft statt, in der nächsten Zeit am 8. December 74, am 6. December 1882, und dann erst wieder 7. Juni 2004, am 5. Juni 2012, am 10. December 17, am 8. December 2125; die Perioden sind daher $121^1/_2$, 8, $105^1/_2$ Jahre.

Auf Taf. 11 sind in Fig. 2 die Beleuchtungsphasen Mercur und der Venus in ihren scheinbaren ößen, gesehen von der Erde, dargestellt. Sowol rcur als die Venus sind ganz beleuchtet zur Zeit obern Conjunction, zur Zeit der untern Conjunction nicht, denn den dunkeln, schwarz gezeichneten Theil Kugeln sieht man für gewöhnlich nicht.

3) Erde.

Ihre mittlere Entfernung von der Sonne ist nach neuesten Bestimmungen 11650 mal größer als Durchmesser oder 20,036000 geographische Meilen; Sonnenparallaxe wird zu 8″.848 angenommen. e Excentricität der Erdbahn ist $^1/_{60}$ und daher ihre inste Entfernung von der Sonne 19,704000 Meilen, e größte 20,372000 Meilen.

Die siderische Umlaufszeit ist 365 T. 6 St. 9 M. 9.5 S., die tropische oder die Länge des Sonnenjahrs 365 T. 5 St. 48 M. 46.1 S. Der Zeitraum, welchen die Erde gebraucht, um sich einmal um ihre Achse zu drehen, heißt ein Sterntag, welches Intervall sich bis auf ganz kleine periodische Schwankungen immer gleich bleibt, während der wahre Sonnentag oder die Zeit von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum andern wegen der ungleichförmigen Bewegung der Erde und weil die Bewegung in der Ekliptik und nicht in der Ebene des Aequators geschieht, ungleich ist. Der mittlere Sonnentag ist die Zeit, welche bei ganz gleichförmiger Bewegung der Erde um die Sonne in der Ebene des Aequators zwischen zwei Culminationen der Sonne durch den Meridian verfließen würde, und es sind 365.25636 solcher mittlern Sonnentage gleich 366.25636 Sterntage, sodaß die Dauer eines Sterntags 23 St. 56 M. 4.091 S. nach mittlerer Zeit ist.

Zur Zeit des Frühlingsanfangs, wenn die Erde im Aequator steht, ist die Sternzeit der wahren Zeit gleich, zu allen andern Zeiten des Jahres ist sie von der wahren Zeit verschieden, und die Differenz wächst täglich um nahe 4 Minuten und ist zur Herbstnachtgleiche 12 Stunden.

Die Dauer des wahren Sonnentags schwankt zwischen 23 St. 59 M. 39 S. und 24 St. 0 M. 30 S.

Die Differenz zwischen der mittlern und der wahren Sonnenzeit heißt die Zeitgleichung.

Die mittlere Zeit und wahre Sonnenzeit fallen im Jahre viermal zusammen, und zwar am 14. oder 15. April, am 14. oder 15. Juni, am 31. August oder 1. September und am 23. oder 24. December. Der größte positive Werth der Zeitgleichung gegen Mitte Februar ist $14^1/_2$ Minuten, der größte negative Werth Anfang November $16^1/_2$ Minuten.

Der Aequator der Erde ist gegen die Ekliptik (Erdbahn) gegenwärtig 23° 27′ 22″ geneigt, welche Größe, sogenannte Schiefe der Ekliptik, sich jetzt jährlich um 0″.476 vermindert, später aber wieder zunimmt, in der Art, daß die Neigung des Aequators zwischen 21° und 27° schwankt.

Bis auf ganz kleine Schwankungen bleibt die Erdachse im Laufe des Jahres immer parallel, und bei der Bewegung der Erde um die Sonne scheint wegen der Schiefe der Ekliptik die Sonne über den Horizont eines Ortes höher zu steigen oder tiefer zu sinken. Es entstehen daraus die Ungleichheit des Tags und der Nacht sowie die Jahreszeiten, Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Der astronomische Frühling fängt für die nördliche Erdhälfte an, wenn die Sonne in den Widder tritt, am 20. März, und dauert 92 T. 22 St. Der Sommer beginnt, wenn die Sonne 90° Länge hat und in das Zeichen des Krebses tritt, am 22. Juni, und dauert 93 T. 14 St. Der Anfang des Herbstes erfolgt, wenn die Sonne wieder im Aequator steht, am 23. September, die Dauer dieser Jahreszeit ist 89 T. 17 St. Der Winter beginnt, wenn die Sonne 270° Länge hat, am 22. December, und dauert 89 T. 1 St.

Für die südliche Erdhälfte treten die Jahreszeiten umgekehrt ein. Auf der nördlichen Hälfte ist daher der Frühling und Sommer 7 T. 18 St. länger als Herbst und Winter; auf der südlichen Hälfte ebenso viele Tage und Stunden kürzer.

Die Masse der Erde ist nach Hansen $^1/_{319450}$, die mittlere Dichtigkeit ist nach Baily und Reich 5.6, nach Airy 6.6 mal größer gefunden als die des Wassers und ist viermal größer als die der Sonne.

Die Gestalt der Erde ist die einer abgeplatteten Kugel, eines Umdrehungsellipsoids, dessen kleine Achse die Umdrehungsachse ist. Die Abplattung beträgt nach Bessel $^1/_{299.1528}$, der wahre Durchmesser der Erde ist

am Aequator 1718.8, der Umfang 5400 geographische Meilen, die Entfernung von Pol zu Pol oder die Länge der kleinen Achse 1713.1 geographische Meilen. Die abgeplattete Gestalt der Erde und die Centrifugalkraft verursachen, daß ein Körper, der am Aequator 1 Pfund wiegt, an den Polen 1.0052 Pfund schwer ist; die Länge eines masselosen Pendels, welches Secunden schwingt, würde am Aequator 991.0 Millimeter, an den Polen 996.1 Millimeter betragen. Ein Körper fällt im luftleeren Raume in der Secunde am Aequator durch 4.89, an den Polen durch 4.91 Meter.

Die Erde ist umgeben von einer Atmosphäre, einer elastischen Flüssigkeit, die dem Gewicht nach aus 76.7 Theilen Stickstoff, 23.3 Theilen Sauerstoff und ganz geringen Mengen Kohlensäure u. s. w. besteht und deren ganze Masse 1,300000 mal kleiner als die Erdmasse ist. Wenn die Atmosphäre überall so dicht wäre, als an der Oberfläche der Erde, würde ihre Höhe nahe 8000 Meter betragen. Aus den Erscheinungen der Dämmerung, welche dadurch entsteht, daß die Sonnenstrahlen nach dem Untergange oder vor dem Aufgange der Sonne noch an den Lufttheilchen reflectirt werden, und die astronomisch so lange währt, bis die Sonne 18° unter dem Horizont ist, wissen wir, daß noch in 10 Meilen Höhe Lufttheilchen sich befinden, welche Sonnenlicht zurückwerfen können, sodaß die Höhe der Atmosphäre wol größer anzunehmen ist.

Die Atmosphäre wird, abgesehen von den periodischen Schwankungen, in verschiedenen Gegenden unserer Erde nicht gleich hoch sein, denn die Instrumente, mit welchen wir den Luftdruck messen, die Barometer, stehen an den Wendekreisen, den Kreisen auf unserer Erde, für welche die Sonne im Sommer und Winter bis zum Zenith steigt und die $23^1/_2$° nördlich und südlich vom Aequator liegen, am höchsten.

Die Temperatur in der Atmosphäre nimmt im Durchschnitt auf 180 Meter Höhe um 1° ab, doch wird diese Abnahme wahrscheinlich in höhern Regionen eine geringere sein, da man die Temperatur des Weltraums nicht viel unter — 100° Celsius (nach der mechanischen Wärmetheorie zu — 284°) annimmt.

Da die Atmosphäre eine lichtbrechende Substanz ist, wird jeder von den Gestirnen kommende Lichtstrahl in ihr gebrochen, der Weg aber ist, weil die Luft mit der Höhe an Dichtigkeit abnimmt, kein geradliniger, sondern ein gekrümmter. Wir sehen das Gestirn aber in der Richtung der letzten Tangente der beschriebenen Lichtcurve und die Differenz dieser Richtung mit der ursprünglichen ist der Betrag der Strahlenbrechung oder Refraction. Selbige ist mit der Dichtigkeit der Luft oder mit dem Barometerstande und der Temperatur veränderlich und beträgt im Mittel im Horizont 36′, in 10° Höhe 5′ 16″, in 45° Höhe 58″, im Zenith 0″.

Eins der merkwürdigsten Phänomene auf der Erde ist die Ebbe und Flut, eine Folge der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne auf die flüssigen Theile der Erde. Die Flut, welche durch den Mond allein hervorgebracht wird, ist $2^1/_2$ mal so groß, als die, welche die Sonne hervorbringt. Da nun die Flut von der Wiederkehr des Mondes in den Meridian abhängig ist, so ist, da zwischen je zwei Culminationen des Mondes zweimal Ebbe und zweimal Flut stattfindet, das Intervall von einer Flut oder Ebbe zur andern etwa 12 St. 25 M. Die Zeit des Durchgangs des Mondes durch den Meridian ist aber nicht die Zeit der größten Hebung des Meeres, diese erfolgt gewöhnlich später, und die Verzögerung der Ebbe und Flut, die Hafenzeit genannt wird, ist an verschiedenen Orten der Erde sehr verschieden, da sie von der localen Bildung des Landes, sowie von Strömen, Winden u. s. w. abhängig ist. Da im Neu- und Vollmonde die Anziehungskraft von Sonne und Mond gleichzeitig wirkt, ist in diesen Phasen, den Syzygien, die Ebbe und Flut am größten, dagegen im ersten und letzten Viertel, den Quadraturen, am kleinsten. Das Wachsen der Declinationen des Mondes und der Sonne vermehrt die Ebbe und Flut in den Syzygien und vermindert sie in den Quadraturen. Während der Nachtgleichen tritt die größte Hebung und Senkung des Meeres ein und sie ist zu dieser Zeit besonders groß, wenn der Mond oder Vollmond eintritt und wenn zugleich der Mond in seiner größten Erdnähe sich befindet. Die Verspätung der Ebbe und Flut von einem Tage zum andern, welche im Mittel $50^1/_2$ Minuten beträgt, ist in der Syzygien nur 39 Minuten, hingegen in den Quadraturen 75 Minuten. Eingeschlossene Meere, die Ostsee, das Schwarze Meer und zum Theil das Mittelländische Meer haben fast gar keine Ebbe und Flut, während an offenen Flüssen, welche ihre Ebbe und Flut in das große Weltmeer haben, Ebbe und Flut weit entfernt von der Mündung noch sichtbar sind, jedoch ist hier die Verzögerung der Ebbe und Flut weit größer wie an den offenen Küsten.

Unsere Taf. 5 zeigt in Fig. 4 und 5 den Lauf der Erde um die Sonne nebst den Jahreszeiten. In Fig. 4 ist A die Stellung der Erde zur Sonne zur Zeit des Frühlingsanfangs, C zur Zeit des Herbstanfangs. Man erkennt, daß zu diesen Zeiten die Erde vom Pol zur Hälfte beleuchtet ist und die Sonne senkrecht über dem Aequator steht, Tag und Nacht sind auf der ganzen Erde gleich. B ist die Stellung der Erde am 22. Juni in Sommersanfang, der Sonne und seine Umgebung bis zu $23^1/_2$° wird dann von der Sonne beleuchtet, der Südpol ist in Nacht gehüllt. In D steht die Sonne am 22. December, wo umgekehrt der Südpolarkreis ganz beleuchtet ist, der Nordpol dagegen die Sonne nicht über dem Horizont sieht.

In Fig. 5 sind dieselben Stellungen, in A zu Anfang des Frühlings, B zu Anfang des Sommers, C zu Anfang des Herbstes, D zu Anfang des Winters. Wenn das Auge sich über der Ekliptik befindet, erkennt man.

Auf Taf. 11 ist in Fig. 4 die Ebbe und Flut dargegeben. Der Mond in M zieht die flüssige Masse der Erde in a mehr an als den Mittelpunkt C, diesen wieder mehr als den Punkt c der Erdoberfläche, in a tritt daher eine Hebung bis b, in c eine Senkung, bleiben bis d ein, und man erkennt daraus, daß die diametralen Punkte der Erde a und c zu gleicher Zeit Flut, dagegen die um 90° entfernt liegenden Ebbe haben.

Fig. 9 auf derselben Tafel zeigt uns, wie die Sonne von der Sonne beleuchtet zur Hälfte Tag hat, aber noch ein Theil der parallel auffallenden Sonnenstrahlen durch die Erdatmosphäre eine Refraction erleidet und den Theil der Erde zwischen cc′ dd′ noch mit Licht beleuchtet, sodaß in diesem Theile die Dämmerung entsteht. Die dunkle Nacht findet erst jenseits der Linie c′ d′ nach b hin statt.

Fig. 7 auf derselben Tafel zeigt uns den Lauf des Lichtstrahls in der Atmosphäre, der durch verschiedenen Luftschichten p, o, n, m geht. HA ist der Horizont. sA ist der Weg des Lichtstrahls, welcher in der Richtung As′ steht, und die Differenz der Richtung mit der geradlinigen von s ist der Betrag der Refraction. Ebenso ist tA, uA der Weg der Lichtstrahlen, die wir in der Richtung t′A, u′A sehen.

4) Mars

ist von der Sonne im Mittel 30.5 Mill. Meilen entfernt, und da die Excentricität der Bahn nahe

e kleinste Entfernung von der Sonne 27.7 Mill., größte 33.3 Mill. Meilen.
Die tropische Umlaufszeit ist 1 J. 321 T. 16 St. M., die synodische 2 J. 48 T. 23 St.
Von der Sonne empfängt der Mars nur $^4/_9$ des ts und der Wärme als die Erde.
Er erscheint uns am Himmel als ein rother Stern, am hellsten zur Zeit seiner Opposition ist. In der tlern Opposition ist er achtmal heller als ein Stern Größe von der Helligkeit der Capella und 7000 llionen mal schwächer als die Sonne in ihrer mittlern fernung. Die Rechnung hat aus den Beobachtungen eben, daß er von dem Sonnenlicht, welches er bekommt, nur 27 Procent zurückgibt.
Die Entfernung des Mars von der Erde schwankt schen 7.3 Mill. und 54 Mill. Meilen, der schein e Durchmesser zwischen 25″.6 und 3″.5, der wahre rchmesser ist 910 Meilen, die Dichtigkeit 0.7 im rgleich zur Erde, und ein Körper, welcher auf der Erde Pfund wiegt, ist auf der Oberfläche des Mars nur Pfund schwer.
Mit dem Fernrohr erkennt man auf der Oberfläche de, und aus der Beobachtung derselben hat man geleitet, daß der Mars sich in 24 St. 37 M. 30 S. seine Achse dreht. Die Neigung seines Aequators seiner Bahnebene ist 27°.3, sodaß er ganz ähnliche reszeiten hat als die Erde. Die Flecke auf der erfläche zeigen deutlich, daß eine Atmosphäre vorden ist, außerdem hat man an den Polen heller htende Segmente bemerkt, die je nach der Jahreszeit d größer, bald kleiner werden, und ist zu der Ant gekommen, daß diese Flecke von Schnee und Eis rühren, welche sich im Winter des Mars vergrößern, Sommer verkleinern.
Auf Taf. 7, Fig. 10 ist eine Abbildung des Mars Maßstabe $^1/_{200,000,000}$ wie er am 25. April 1856 in em Fernrohr gesehen und gezeichnet ist und worin Flecke auf der Oberfläche, ebenso die Schnee- und zone, von welcher die nördliche bedeutend größer die südliche ist, deutlich sichtbar sind.

5) Die kleinen Planeten.

Auf eine Lücke in der Entfernung der Planeten schen Mars und Jupiter, wenn man sie in einer erungsweisen Reihe aufstellt, wonach

Mercur von der Sonne	8 Millionen Meilen			
Venus „ „ „	$8 + 1 \times 6$	Mill. Meilen		
Erde „ „ „	$8 + 2 \times 6$	„	„	
Mars „ „ „	$8 + 4 \times 6$	„	„	
Jupiter „ „ „	$8 + 16 \times 6$	„	„	
Saturn „ „ „	$8 + 32 \times 6$	„	„	
Uranus „ „ „	$8 + 64 \times 6$	„	„	

ernt ist, hatten schon Kepler, später Titius, Bode . aufmerksam gemacht, und als am 1. Januar 1801 Astronom Piazzi in Palermo einen kleinen Stern , dessen Bewegung ergab, daß sie einem Planeten chen Mars und Jupiter angehören mußte, glaubte i die Lücke ausgefüllt. Dieser Planet bekam den nen Ceres; am 28. März 1802 fand Olbers bei suchung derselben noch einen Planeten, dem man Namen Pallas gab, und es zeigte sich dadurch, in dieser Lücke nicht nur einer, sondern mehrere neten vorhanden seien, die man ihrer Kleinheit en „kleine Planeten" oder „Asteroiden" nannte. bei Anfertigung von Sternkarten entdeckte am September 1804 der Astronom Harding in Göttingen dritten kleinen Planeten, die Juno, am 29. März 7 Olbers einen vierten, die Vesta. Es verflossen Jahre, ohne die Zahl der kleinen Planeten zu vermehren, da entdeckte ein Liebhaber der Astronomie, der Postsecretär Henke in Driesen, am 8. December 1845 einen fünften, die Asträa, und derselbe am 1. Juli 1847 einen sechsten, die Hebe. Seit jener Zeit wandte man besondern Fleiß auf die Herstellung genauer Sternkarten, verzeichnete besonders die Sterne in der Nähe der Ekliptik und hat bisjetzt im ganzen 117 kleine Planeten gefunden, von welchen die in den letzten Jahren entdeckten noch viel lichtschwächer als die anfangs entdeckten sind.

Von den 117 Planeten, welche wir in dem folgenden Verzeichniß geben, sind entdeckt: 32 in Frankreich, 29 in Amerika, 25 in Deutschland, 16 in England, 11 in Italien, 3 in Ostindien, 1 in Dänemark.

Die mittlere Entfernung dieser kleinen Planeten von der Sonne schwankt zwischen 40 Mill. und 70 Mill. Meilen und ihre Umlaufszeit zwischen 3 J. 97 T. und 6 J. 194 T. Nur in der Nähe ihrer Opposition sind die meisten von der Erde aus sichtbar, weil sie alsdann ihre größte Helligkeit haben. Die Vesta erreicht manchmal die Helligkeit eines Sterns 6. Größe, sodaß man sie eben mit bloßem Auge sehen kann, zur Wahrnehmung der andern sind Fernröhre nöthig, und einige unter ihnen sind selbst in der Opposition so schwach, daß sie nur mit unsern größern Fernröhren zu erblicken sind.

Unter der Hypothese, daß ihr Reflexionsvermögen dasselbe ist als das Mittel der großen Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, hat man näherungsweise ihre wahren Durchmesser berechnet, die zwischen 3 und 50 geographischen Meilen schwanken. Nur von einigen mögen hier die so hypothetisch berechneten Durchmesser folgen:

Vesta	49 Meilen	Thalia	9 Meilen
Ceres	49 „	Lutetia	9 „
Pallas	37 „	Phacäa	7 „
Juno	24 „	Atalante	4 „ u. s. w.
Victoria	9 „		

Ueber die Massen dieser Himmelskörper wissen wir nichts, ihre Gesammtmasse wird sehr gering sein, und unsere Rechnungen, unter der Voraussetzung, daß ihre Massen gegen die der größern Planeten verschwindend klein sind, zeigen eine vollständige Uebereinstimmung mit den Beobachtungen.

Als man nur vier dieser kleinen Planeten hatte, glaubte Olbers die Hypothese aufstellen zu können, daß diese die Trümmer eines einzigen größern Planeten seien; jetzt ist man aber mehr geneigt, anzunehmen, daß ursprünglich ein Nebelring sich zwischen Mars und Jupiter um die Sonne bewegt habe, der durch irgendeine Ursache zerrissen ist, sich in viele kleine Stücke auflöste, aus denen durch allmähliche Verdichtung die kleinen Planeten entstanden sind.

In der folgenden Tabelle sind zunächst die kleinen Planeten nach der Reihenfolge ihrer Entdeckung mit der Zeit und dem Ort der Entdeckung und dem Namen des Entdeckers aufgeführt. In einer zweiten Tabelle sind die Bahnelemente gegeben, und zwar steht in der ersten Columne derselben der Name des Planeten, in der zweiten die Länge des Perihels, in der dritten die Länge des aufsteigenden Knotens der Bahn, in der vierten die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik, in der fünften die halbe große Achse, ausgedrückt in Einheiten der Entfernung der Sonne von der Erde, in der sechsten die Excentricität, ausgedrückt in Einheiten der halben großen Achse, in der siebenten die siderische Umlaufszeit in Julianischen Jahren (zu $365^1/_4$ Tagen) und Tagen.

Die kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter.

Name.	Nummer.	Zeit der Entdeckung.	Name des Entdeckers.	Ort der Entdeckung.
Ceres	1	1. Jan. 1801	Piazzi	Palermo
Pallas	2	28. März 1802	Olbers	Bremen
Juno	3	1. Sept. 1804	Harding	Lilienthal
Vesta	4	29. März 1807	Olbers	Bremen
Asträa	5	8. Dec. 1845	Henke	Driesen
Hebe	6	1. Juli 1847	Henke	Driesen
Iris	7	13. Aug. 1847	Hind	London
Flora	8	18. Oct. 1847	Hind	London
Metis	9	26. April 1848	Graham	Markree-Castle
Hygiea	10	12. April 1849	de Gasparis	Neapel
Parthenope	11	11. Mai 1850	de Gasparis	Neapel
Victoria	12	13. Sept. 1850	Hind	London
Egeria	13	2. Nov. 1850	de Gasparis	Neapel
Irene	14	19. Mai 1851	Hind	London
Eunomia	15	29. Juli 1851	de Gasparis	Neapel
Psyche	16	17. März 1852	de Gasparis	Neapel
Thetis	17	17. April 1852	Luther	Bilk
Melpomene	18	24. Juni 1852	Hind	London
Fortuna	19	22. Aug. 1852	Hind	London
Massalia	20	19. Sept. 1852	de Gasparis	Neapel
Lutetia	21	15. Nov. 1852	Goldschmidt	Paris
Calliope	22	16. Nov. 1852	Hind	London
Thalia	23	15. Dec. 1852	Hind	London
Themis	24	5. April 1853	de Gasparis	Neapel
Phocäa	25	7. April 1853	Chacornac	Marseille
Proserpina	26	5. Mai 1853	Luther	Bilk
Euterpe	27	8. Nov. 1853	Hind	London
Bellona	28	1. März 1854	Luther	Bilk
Amphitrite	29	1. März 1854	Marth	London
Urania	30	22. Juli 1854	Hind	London
Euphrosyne	31	2. Sept. 1854	Ferguson	Washington
Pomona	32	26. Oct. 1854	Goldschmidt	Paris
Polyhymnia	33	28. Oct. 1854	Chacornac	Paris
Circe	34	16. April 1855	Chacornac	Paris
Leucothea	35	19. April 1855	Luther	Bilk
Atalante	36	5. Oct. 1855	Goldschmidt	Paris
Fides	37	5. Oct. 1855	Luther	Bilk
Leda	38	12. Jan. 1856	Chacornac	Paris
Lätitia	39	8. Febr. 1856	Chacornac	Paris
Harmonia	40	31. März 1856	Goldschmidt	Paris
Daphne	41	22. Mai 1856	Goldschmidt	Paris
Isis	42	23. Mai 1856	Pogson	Oxford
Ariadne	43	15. April 1857	Pogson	Oxford
Nysa	44	27. Mai 1857	Goldschmidt	Paris
Eugenia	45	26. Juni 1857	Goldschmidt	Paris
Hestia	46	16. Aug. 1857	Pogson	Oxford
Aglaja	47	15. Sept. 1857	Luther	Bilk
Doris	48	19. Sept. 1857	Goldschmidt	Paris
Pales	49	19. Sept. 1857	Goldschmidt	Paris
Virginia	50	4. Oct. 1857	Ferguson	Washington
Nemausa	51	22. Jan. 1858	Laurent	Nimes
Europa	52	4. Febr. 1858	Goldschmidt	Paris
Calypso	53	4. April 1858	Luther	Bilk
Alexandra	54	10. Sept. 1858	Goldschmidt	Paris
Pandora	55	10. Sept. 1858	Searle	Albany
Melete	56	9. Sept. 1857	Goldschmidt	Paris
Mnemosyne	57	22. Sept. 1859	Luther	Bilk
Concordia	58	24. März 1860	Luther	Bilk
Elpis	59	12. Sept. 1860	Chacornac	Paris
Echo	60	14. Sept. 1860	Ferguson	Washington
Danaë	61	9. Sept. 1860	Goldschmidt	Paris
Erato	62	14. Sept. 1860	Förster u. Lesser	Berlin
Ausonia	63	11. Febr. 1861	de Gasparis	Neapel
Angelina	64	5. März 1861	Tempel	Marseille
Cybele	65	9. März 1861	Tempel	Marseille
Maja	66	10. April 1861	Tuttle	Cambridge (B. St.)
Asia	67	17. April 1861	Pogson	Oxford
Leto	68	29. April 1861	Luther	Bilk
Hesperia	69	29. April 1861	Schiaparelli	Mailand
Panopäa	70	5. Mai 1861	Goldschmidt	Paris
Niobe	71	13. Aug. 1861	Luther	Bilk
Feronia	72	29. Mai 1861	Peters	Clinton (B. St.)
Clytia	73	7. April 1862	Tuttle	Cambridge (B. St.)
Galathea	74	29. Aug. 1862	Tempel	Marseille
Eurydice	75	22. Sept. 1862	Peters	Clinton (B. St.)
Freia	76	21. Oct. 1862	Arrest	Kopenhagen
Frigga	77	12. Nov. 1862	Peters	Clinton (B. St.)
Diana	78	15. März 1863	Luther	Bilk
Eurynome	79	14. Sept. 1863	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Sappho	80	2. Mai 1864	Pogson	Madras
Terpsichore	81	30. Sept. 1864	Tempel	Marseille
Alkmene	82	27. Nov. 1864	Luther	Bilk
Beatrix	83	26. April 1865	de Gasparis	Neapel
Clio	84	25. Aug. 1865	Luther	Bilk
Io	85	19. Sept. 1865	Peters	Clinton (B. St.)
Semele	86	4. Jan. 1866	Tietjen	Berlin
Sylvia	87	16. Mai 1866	Pogson	Madras
Thisbe	88	15. Juni 1866	Peters	Clinton (B. St.)
Julia	89	6. Aug. 1866	Stephan	Marseille
Antiope	90	1. Oct. 1866	Luther	Bilk
Regina	91	4. Nov. 1866	Stephan	Marseille
Unzina	92	7. Juli 1867	Peters	Clinton (B. St.)
Minerva	93	24. Aug. 1867	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Aurora	94	6. Sept. 1867	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Arethusa	95	23. Nov. 1867	Luther	Bilk
Regile	96	17. Febr. 1868	Coggia	Marseille
Clotho	97	17. Febr. 1868	Tempel	Marseille
Janthe	98	18. April 1868	Peters	Clinton (B. St.)
Dike	99	28. Mai 1868	Borelly	Marseille
Pecale	100	11. Juli 1868	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Helena	101	15. Aug. 1868	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Miriam	102	22. Aug. 1868	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Hera	103	7. Sept. 1868	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Clymene	104	13. Sept. 1868	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Artemis	105	16. Sept. 1868	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Dione	106	10. Oct. 1868	Watson	Ann Arbor (B. St.)
Camilla	107	17. Nov. 1868	Pogson	Madras
Pecuba	108	2. April 1869	Luther	Bilk
Felicitas	109	9. Oct. 1869	Peters	Clinton (B. St.)
Lydia	110	19. April 1870	Borelly	Marseille
Aie	111	14. Aug. 1870	Peters	Clinton (B. St.)
Iphigenia	112	19. Sept. 1870	Peters	Clinton (B. St.)
Amalthea	113	12. März 1871	Luther	Bilk
Cassandra	114	23. Juli 1871	Peters	Clinton (B. St.)
	115	6. Aug. 1871	Watson	Ann Arbor (B. St.)
	116	8. Sept. 1871	Peters	Clinton (B. St.)
Lomia	117	12. Sept. 1871	Borelly	Marseille

Anmerkung. Die jetzt gebräuchlichen Zeichen für die kleinen Planeten sind kleine Kreise mit der Nummer darin, welche der Zahl der Entdeckung entspricht.

Bahnelemente der kleinen Planeten.

Name des Planeten.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik.	Halbe große Achse der Bahn.	Excentricität.	Umlaufszeit.	
						J.	T.
Ceres	148°.7	80°.7	10°.6	2.768	0.076	4	221
Pallas	121.7	172.8	34.7	2.770	0.239	4	223
Juno	55.0	170.9	13.0	2.667	0.258	4	130
Vesta	250.0	103.5	7.1	2.361	0.089	3	275
Asträa	134.7	141.4	5.3	2.579	0.187	4	43
Hebe	15.3	138.7	14.8	2.425	0.202	3	364
Iris	41.4	259.8	5.5	2.386	0.231	3	341
Flora	32.9	110.8	5.9	2.201	0.157	3	97
Metis	71.1	68.5	5.6	2.387	0.123	3	214
Hygiea	237.2	286.1	3.8	3.154	0.105	5	226
Parthenope	317.0	125.2	4.6	2.452	0.098	3	299
Victoria	301.7	235.6	8.4	2.334	0.219	3	261
Egeria	120.2	43.2	16.5	2.577	0.087	4	50
Irene	179.8	86.7	9.1	2.589	0.164	4	61
Eunomia	27.9	293.9	11.7	2.644	0.187	4	109
Psyche	15.8	150.6	3.1	2.921	0.136	4	363
Thetis	261.0	125.4	5.6	2.475	0.127	3	337
Melpomene	15.1	150.1	10.2	2.296	0.218	3	175
Fortuna	30.5	211.4	1.5	2.441	0.155	3	297
Massalia	99.2	260.5	0.7	2.409	0.143	3	279
Lutetia	327.1	80.5	3.1	2.435	0.163	3	292
Calliope	59.0	66.6	13.7	2.911	0.099	4	153
Thalia	123.5	67.6	10.2	2.631	0.230	4	90
Themis	142.8	35.8	0.8	3.139	0.123	5	205
Phocäa	303.0	214.1	21.6	2.401	0.245	3	242
Proserpina	236.4	45.9	3.6	2.656	0.087	4	120
Euterpe	88.0	93.8	1.6	2.348	0.172	3	211
Bellona	122.7	144.6	9.4	2.775	0.134	4	225
Amphitrite	56.4	356.7	6.1	2.555	0.074	4	10
Urania	31.6	308.2	2.1	2.366	0.128	3	234
Euphrosyne	93.6	31.5	26.5	3.151	0.221	5	211
Pomona	193.4	220.7	5.5	2.587	0.083	4	19
Polyhymnia	342.6	9.1	1.9	2.863	0.340	4	294
Circe	149.4	184.9	5.4	2.686	0.106	4	147
Leucothea	202.2	355.7	8.2	2.939	0.222	5	63
Atalante	42.7	359.2	18.7	2.745	0.302	4	200
Fides	65.7	8.3	3.1	2.642	0.175	4	104
Leda	100.7	296.4	7.0	2.741	0.153	4	197
Lätitia	2.4	157.4	10.4	2.770	0.113	4	219
Harmonia	0.9	93.6	4.3	2.267	0.047	3	141
Daphne	220.2	179.1	16.0	2.759	0.271	4	213
Isis	318.0	84.5	8.6	2.440	0.226	3	271
Ariadne	277.8	264.6	3.5	2.203	0.168	3	49
Nysa	112.1	131.1	3.7	2.422	0.151	3	281
Eugenia	229.9	148.1	6.6	2.721	0.082	4	178
Hestia	354.2	181.5	2.3	2.526	0.164	4	4
Aglaja	313.2	4.2	5.0	2.878	0.134	4	323
Doris	73.4	185.2	6.5	3.108	0.076	5	173
Pales	31.7	290.6	3.1	3.082	0.237	5	130
Virginia	10.0	173.3	2.8	2.652	0.284	4	116
Nemausa	175.5	175.7	10.0	2.366	0.065	3	233

Name des Planeten.	Länge des Perihels	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik	Halbe große Axe der Bahn.	Excentricität.	Siderische Umlaufszeit. (1 Jahr = 365, Tag.) J.	T.
Europa	106°.3	129°.8	7°.4	3.099	0.105	3	167
Calypso	92.4	144.0	5.1	2.621	0.204	4	89
Alexandra	294.3	313.8	11.8	2.709	0.199	4	168
Pandora	10.5	10.9	7.2	2.761	0.145	4	215
Melete	293.7	194.5	8.0	2.597	0.236	4	68
Mnemosyne	53.9	200.1	15.2	3.155	0.109	5	221
Concordia	189.2	161.3	5.0	2.700	0.043	4	158
Clio	18.3	170.3	8.6	2.713	0.117	4	171
Eho	98.6	192.1	3.6	2.393	0.185	3	256
Danae	349.0	334.2	18.3	2.986	0.161	5	58
Erato	37.1	125.8	2.2	3.131	0.118	5	197
Antonia	269.3	338.1	5.8	2.395	0.125	3	258
Angelina	123.6	311.2	1.3	2.681	0.128	4	142
Cybele	239.5	158.9	3.5	3.420	0.120	6	119
Maja	44.4	8.3	3.1	2.651	0.158	4	116
Hera	306.1	202.7	6.0	2.422	0.185	3	281
Leto	345.1	44.9	8.0	2.781	0.188	4	232
Hesperia	109.0	187.1	8.5	2.975	0.172	5	48
Panopea	299.8	48.3	11.6	2.613	0.184	4	82
Niobe	221.8	316.2	23.3	2.754	0.175	4	208
Feronia	308.0	207.8	5.4	2.206	0.120	3	150
Lydia	59.7	7.6	2.4	2.565	0.044	4	128
Galathea	7.2	197.9	4.0	2.781	0.237	4	233
Eurydice	334.4	0.0	5.0	2.670	0.307	4	132
Freia	93.4	213.2	2.0	3.388	0.188	6	86
Frigga	58.5	2.2	2.5	2.674	0.136	4	136
Diana	121.4	334.0	8.6	2.621	0.206	4	89
Eurynome	44.2	206.7	4.6	2.444	0.193	3	300
Sappho	355.2	218.6	8.6	2.296	0.200	3	175
Terpsichore	48.5	2.5	7.9	2.854	0.211	4	300
Alkmene	131.9	26.9	2.9	2.764	0.220	4	217
Beatrix	192.4	27.5	5.0	2.431	0.086	3	288
Clio	339.3	327.4	9.4	2.362	0.236	3	230
Io	322.6	203.9	11.9	2.654	0.191	4	118
Semele	28.9	87.9	4.8	3.112	0.210	5	179
Sylvia	337.0	76.4	10.8	3.494	0.082	6	194
Thisbe	308.7	277.8	5.2	2.769	0.165	4	222
Julia	353.2	311.6	16.2	2.550	0.180	4	26
Antiope	302.0	71.3	2.3	3.137	0.173	5	203
Aegina	68.9	11.7	2.2	2.492	0.066	3	341
Maxima	331.2	102.7	9.9	3.185	0.102	5	249
Minerva	275.0	5.1	8.6	2.754	0.141	4	208
Atamia	45.4	4.6	8.1	3.162	0.089	5	227
Northia	30.2	244.4	12.9	3.071	0.147	5	139
Vesta	164.3	322.9	16.1	3.054	0.140	5	123
Hecha	65.8	160.6	11.8	2.669	0.258	4	132
Zenthe	147.7	354.3	15.5	2.685	0.189	4	145
Pelt	239.2	41.6	14.0	2.834	0.243	4	281
Hertie	307.8	128.4	6.4	3.096	0.156	5	164
Gulnia	328.7	343.6	10.1	2.573	0.139	4	46
Mirian	354.7	211.6	5.1	2.661	0.255	4	124
Ceres	291.9	136.3	5.4	2.703	0.081	4	162
Olympia	62.2	43.8	2.9	3.180	0.197	5	245
Pallas	242.6	187.9	21.6	2.380	0.176	3	245
Iduna	27.2	63.2	4.6	3.162	0.183	5	227
Camilla							
Cerdo	175.1	352.3	4.4	3.213	0.100	5	277
Felicitas	55.9	4.9	8.0	2.694	0.300	4	154
Phia	357.5	57.1	6.0	2.693	0 081	4	153
Ria	122.9	306.4	5.0	2.576	0.101	4	48
Dejopeia	337.7	334.1	2.6	2.436	0.126	3	293
Amalthea	196.5	123.1	5.0	2.372	0.086	3	239
Cassandra	148.5	163.9	5.0	2.661	0.154	4	124
(115)							
(116)	147.0	65.8	3.5	2.780	0.100	4	262
Doma	48.4	349.5	15.0	2.992	0.023	5	64

6) Jupiter

ist der größte Planet unsers Sonnensystems. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 104.2 Mill. Meilen, die Excentricität der Bahn nahe $^1/_{20}$ und daher die kleinste Entfernung 99.2 Mill., die größte 109.2 Mill. Meilen.

Die tropische Umlaufszeit ist 11 J. 312 T. 20 St. 14 M., die synodische 1 J. 33 T. 15 St.

Jupiter ist nächst Mars für uns der hellste Stern des Himmels und sein Licht ist in der mittlern Opposition zehnmal größer als das der Capella und 5,472,000000 mal geringer als das der Sonne. Von dem von der Sonne erhaltenen Lichte wirft Jupiter 62 Procent zurück. Das Sonnenlicht und die Sonnenwärme ist für ihn im Durchschnitt 27 mal geringer als auf unserer Erde.

Die Entfernung von der Erde schwankt zwischen 98.8 Mill. und 129.6 Mill. Meilen, und daher der scheinbare Aequatorialdurchmesser zwischen 50″.7 und 30″.8. Der wahre Durchmesser am Aequator ist 19,380 Meilen und die Abplattung $^1/_{15}$. Der körperliche Inhalt ist 1300 mal größer als der unserer Erde, die Masse ist nach Bessel $^1/_{1047,88}$ und die Dichtigkeit 0.233 im Vergleich zur Erde. Ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund schwer, wiegt auf der Oberfläche des Jupiter 1,6 Pfund.

Auf seiner Oberfläche bemerkt man mit dem Fernrohr in der Nähe des Aequators mehrere Streifen, die man für atmosphärischen Ursprungs hält, da sie sehr oft ihre Form ändern. Auch sieht man öfter Flecken auf der Scheibe des Jupiter und hat gefunden, daß er sich in 9 St. 55 M. 27 S. um seine Achse dreht; die Neigung seines Aequators gegen seine Bahn ist nur 3° 26′.

Das Spectrum des Jupiter hat Aehnlichkeit mit dem Spectrum der Sonne, doch hat man im rothen und im gelben Theile einige dunkle Linien erkannt, die der Jupiter-Atmosphäre zugeschrieben werden.

Er ist begleitet von vier Monden, die 1610 von Galilei zuerst entdeckt wurden und deren Verfinsterungen Olaf Römer zu der Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichts führten.

Auf Taf. 7 ist in Fig. 5 der Jupiter dargestellt, wie er am 13. August 1867 in dem Leipziger Aequatorial gesehen wurde, im Maßstabe $^1/_{2500000000}$. Man erkennt sowol die Abplattung, als auch die Streifen am Aequator sehr deutlich.

7) Saturn

ist im Mittel von der Sonne 191.1 Mill. Meilen entfernt, und kann sich ihr, da die Excentricität der Bahn nahe $^1/_{18}$, bis auf 180.4 Mill. nähern und von ihr bis 201.8 Mill. Meilen entfernen.

Die tropische Umlaufszeit ist 29 J. 154 T. 16 St. 30 M., die synodische 1 J. 12 T. 20 St.

In der mittlern Opposition und ohne Ring ist sein Licht 0.43 mal schwächer als das der Capella und 131,000,000000 mal schwächer als das Sonnenlicht. Von dem ihm von der Sonne zugesandten Lichte reflectirt er 50 Procent. Sonnenlicht und Wärme ist für ihn 91 mal geringer als für die Erde.

Die Entfernung von der Erde schwankt zwischen 160 Mill. und 222 Mill. Meilen, der scheinbare Aequatorialdurchmesser zwischen 21″.5 und 15″.5. Der wahre Durchmesser ist am Aequator 16680 Meilen, die Abplattung $^1/_{10}$, der körperliche Inhalt das 770fache von dem Volumen unserer Erde, und da die Masse $^1/_{3501,6}$ der Sonnenmasse, ist die mittlere Dichtigkeit 0.12 im Vergleich mit der Erde. Ein Gewicht von 1 Pfund auf der Erde wiegt auf der Oberfläche des Saturn 1.1 Pfund.

Aus mehrern auf Saturn erkannten Streifen und Flecken ist die Rotation um seine Achse zu 10 St. 29 M. 17 S. abgeleitet.

Saturn ist merkwürdig durch ein System concentrischer Ringe, welche ihn umgeben, und man unterscheidet zwei Hauptringe, welche folgende Dimensionen haben:

Aeußerer Durchmesser des äußern Ringes	36900	Meilen
Innerer „ „ „ „	32500	„
Breite „ „ „ „	2200	„
Aeußerer Durchmesser des innern Ringes	31700	„
Innerer „ „ „ „	24500	„
Breite „ „ „ „	3600	„
Entfernung des innern Ringes von der Oberfläche des Saturn	3910	„
Breite des Doppelringes	6200	„

In diesen Hauptringen wurde in neuester Zeit noch ein innerer fast dunkler Ring entdeckt, der etwas durchsichtig zu sein scheint. Dem Anscheine nach zerfällt jeder der Hauptringe noch in mehrere concentrische Ringe. Die Dicke des Ringes wird nach verschiedenen Messungen zu 39 Meilen angegeben. Da die Ringe gegen die Ebene der Bahn geneigt sind und im Raum immer nahe dieselbe Lage behalten, sehen wir den Ring während eines Umlaufs in verschiedener elliptischer Gestalt; manchmal so breit, daß die Kugel vollständig in ihm liegt, dann schmäler und schmäler werden bis zu so geringer Dimension, daß man mit den besten Fernröhren nur noch eine ganz feine Lichtlinie erkennt. Man will wahrgenommen haben, daß die Ringe sich dem Saturn nähern und die Kugel nicht centrisch innerhalb der Ringe liegt.

Im Spectrum erkennt man das Sonnenspectrum wieder, jedoch noch eine Menge von Absorptionslinien, die als Anzeichen einer wasserdampfhaltigen Atmosphäre angesehen werden.

Saturn hat acht Satelliten, von welchen einige erst in diesem Jahrhundert entdeckt sind.

Taf. 7, Fig. 6, 7, 8, 9 stellen den Saturn dar im Maßstabe $^1/_{4800000000}$, wie man ihn am 10. October 1850, am 27. November 1855, am 23. Januar 1849, am 8. Mai 1868 gesehen hat. Die Abplattung der Kugel und die Streifen sind leicht zu erkennen, die beiden Hauptringe und der dunkle Ring sind ebenfalls in Fig. 6, 7 und 9 zu sehen, und Fig. 7 zeigt auch die mehrfachen Theilungen der beiden Hauptringe. Fig. 8 stellt den Saturn dar in der Lage, in welcher der Ring am schmälsten und nur noch eben sichtbar erscheint.

8) Uranus

war den Alten nicht bekannt und wurde erst als Planet am 13. März 1781 von Wilhelm Herschel entdeckt. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 384.3 Mill. Meilen, die größte 402.2 Mill., die kleinste 366.4 Mill. Meilen, da die Excentricität der Bahn $^2/_{43}$ ist.

Die tropische Umlaufszeit beträgt 83 J. 271 T. 11 St., die synodische 1 J. 4 T. 7 St.

Das bloße Auge kann den Uranus nur auffinden, wenn man den Ort ziemlich genau kennt, denn er gleicht einem Sterne sechster Größe, ist 160 mal schwächer als Capella und $8^1/_2$ Billionen mal schwächer als die Sonne. Von dem empfangenen Sonnenlicht reflectirt er 64 Procent. Licht und Wärme ist für ihn 368 mal schwächer als auf der Erde.

Die mittlere Entfernung von der Erde schwankt zwischen 346 und 423 Mill. Meilen und der scheinbare Durchmesser zwischen 3″.9 und 4″.7. Der wahre Durchmesser ist nahe 8000 Meilen, der körperliche Inhalt 90mal so groß als der der Erde und, da die Masse zu $^1/_{21000}$ angenommen wird, ist die mittlere Dichtigkeit 0,17. Ein Körper von 1 Pfund Schwere auf der Erde wiegt auf dem Uranus 0.7 Pfund.

Im Spectrum erkennt man mehrere schwarze Streifen im Grünblau, außerdem zeigt es eine Lücke im Gelb und Orange und nur im Roth erscheint wieder etwas Licht.

Man kennt bei Uranus mit Sicherheit vier Monde, deren Bewegungsrichtung fast senkrecht zu seiner Bahn ist; man hat daraus geschlossen, daß auch die Rotationsachse des Uranus nahe in der Ebene seiner Bahn liegt.

9) Neptun.

Die Störungen, welche die Planeten aufeinander ausüben, zeigten schon Bouvard, daß die Bewegung des Uranus sich nicht durch die Einwirkung der damals bekannten Körper darstellen ließe, und die Vermuthung, daß noch ein transuranischer Planet vorhanden sei, wurde mehrfach, unter anderm auch von Bessel ausgesprochen. Leverrier in Paris, sowie unabhängig von ihm Adams in Cambridge (England) berechneten die Existenz eines transuranischen Planeten. Nachdem Leverrier zuerst das Resultat seiner Rechnungen im Jahre 1846 bekannt gemacht und mehrere beobachtende Astronomen zum Aufsuchen dieses Planeten aufgefordert hatte, wurde derselbe am 23. September 1846 von Galle in Berlin entdeckt und erhielt später den Namen Neptun. Es fand sich sehr bald, daß der neue Planet in früherer Zeit schon einige mal als Fixstern beobachtet worden war, und dadurch ist die Bestimmung seiner Bahn schon jetzt mit ziemlicher Sicherheit möglich geworden.

Die mittlere Entfernung des Neptun von der Sonne ist 602.5 Mill. Meilen, die größte 607.6 Mill., die kleinste 597.4 Mill. Meilen, die Excentricität der Bahn $^1/_{110}$.

Die tropische Umlaufszeit beträgt 163 J. 270 T., die synodische 1 J. 2 T. 5 St.

In Helligkeit gleicht der Neptun einem Sterne achter Größe, ist 1430 mal schwächer als Capella, nahe 80 Bill. mal schwächer als die Sonne, und empfängt von der Sonne 904 mal weniger Licht und Wärme als die Erde. Sein Spectrum ist dem des Uranus ähnlich.

Die mittlere Entfernung von der Erde schwankt zwischen 580 Mill. und 623 Mill. Meilen, der scheinbare Durchmesser zwischen 2″.4 und 2″.7, der wahre Durchmesser ist 7400 Meilen, sein körperlicher Inhalt 80 mal größer als der der Erde. Da die Masse zu $^1/_{14440}$ angenommen wird, beträgt seine mittlere Dichtigkeit 0.28, und ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, ist auf dem Neptun 0.8 Pfund schwer.

Ueber die Rotation wissen wir noch nichts, die Existenz eines Ringes, den man gesehen haben wollte, hat sich nicht bestätigt, doch hat man bei ihm einen Satelliten mit Sicherheit erkannt und vermuthet noch einen zweiten.

Elemente der Hauptplaneten.

Auf Taf. 4 ist in Fig. 2 das Größenverhältniß der Planeten zueinander dargestellt. Bei 2 c oben in der Ecke links erkennt man eine ganz kleine Scheibe, den Mercur ☿ darstellend, darüber eine, die Venus ♀, in der Ecke rechts oben bei 2 d ist eine kleine Scheibe, welche die Erde ♁, darunter eine kleine den Mars ♂ zeigt. In 2 b rechts unten erkennt man die größere Jupiterscheibe ♃, in 2 a links unten die des Saturn ♄, endlich bei 2 c oben die des Uranus ♅ und bei 2 d oben die des Neptun ♆. Ueberall ist ein und derselbe Maßstab angewandt: $^1/_{75000000000}$. In Fig. 6 ist in demselben Maßstabe durch eine gerade Linie der Durchmesser der Sonne dargestellt, da für die Sonnenscheibe der Platz mangelte.

Da in Fig. 1 in dem Sonnensystem die Planeten Uranus und Neptun nicht mit aufgenommen werden konnten, sind in Fig. 5 im Maßstabe $^1/_{50}$ Bill. die Entfernungen der großen Planeten von der Sonne auf einer geraden Linie angegeben. Der Sonne zunächst unten ist der Strich für Mercur, dann Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

Die Elemente der Hauptplaneten sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Namen.	Mittlere Länge für 1850 Januar 1. Paris.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik.	Halbe große Achse.	Excentricität.	Siderische Umlaufszeit in Tagen.	Masse.
ercur	327° 15'.3	75° 7'.2	46° 33'.1	7° 0'.1	0.38710	0.20560	87.96926	$^1/_{6121650}$
nus	245 33.2	129 27.2	75 19.9	3 23.6	0.72333	0.00684	224.70079	$^1/_{411120}$
e	100 46.7	100 21.4	. .	. .	1.00000	0.01677	365.25636	$^1/_{317813}$
rs	83 40.5	333 17.9	48 23.9	1 51.0	1.52369	0.09326	686.97979	$^1/_{3093600}$
piter	160 1.3	11 54.9	98 54.3	1 18.7	5.20280	0.04824	4332.5548	$^1/_{1047.98}$
turn	14 50.7	90 6.2	112 21.7	2 29.5	9.53885	0.05600	10759.2198	$^1/_{3501.4}$
nus	28 26.7	168 16.8	73 14.2	0 46.5	19.18264	0.04658	30686.8208	$^1/_{22000}$
ptun	325 5.7	48 17.5	130 7.5	1 47.0	30.07055	0.00850	60186.636	$^1/_{14400}$

c) Die Satelliten oder Monde.

Nicht alle Planeten haben Satelliten, unsere Erde t 1, Jupiter 4, Saturn wenigstens 8, Uranus nigstens 4, Neptun wenigstens 1.

Für uns hat der Erdmond die größte Wichtigkeit, d von ihm kennen wir am meisten, weil er der uns chste Himmelskörper, während von den Jupitermonden r wenig und von den Monden der andern Planeten r die Bahnen bekannt sind.

1) Der Erdmond.

Seine mittlere Entfernung von der Erde ist nahe 1, der Entfernung der Erde von der Sonne und d zu 51805 Meilen angenommen. Die größte Entnung kann 54650 Meilen, die kleinste 48960 Meilen eichen und die Excentricität der Bahn ist nahe $^1/_{19}$. Die siderische Umlaufszeit des Mondes um die Erde rägt 27 T. 7 St. 43 M. 11.5 S., die tropische 27 T. St. 43 M. 4.7 S., die synodische (im Mittel die Zeit t Neumond zu Neumond oder von Vollmond zu llmond) 29 T. 12 St. 44 M. 2.9 S., die anomalistche (die Zeit, welche er gebraucht, um von einer ßten Erdnähe zur andern zu kommen) 27 T. 13 St. M. 37.4 S. und endlich die Zeit, welche er gebucht, um von einem aufsteigenden Knoten zum dern zu kommen, 27 T. 5 St. 5 M. 35.9 S.

Die synodische Umlaufszeit der Knotenlinie beträgt 3 T. 14 St. 52 M. 35 S.; sie wird gebraucht für Berechnung der Finsternisse.

Die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik ist enwärtig 5° 8' 40" und ist kleinen säcularen Störungen erworfen.

Die größten periodischen Störungen der Länge des ndes in seiner Bahn führen den Namen der Evection, Variation und der jährlichen Gleichung (s. Physische ronomie).

Der scheinbare Durchmesser des Mondes in seiner tlern Entfernung ist 31' 8".1; er wächst bis zu 51" und nimmt ab bis 29' 26"; der wahre Durchser ist 469.2 Meilen, sein körperlicher Inhalt $^1/_{49}$ erer Erde, und da seine Masse $^1/_{70.66}$ der Erdmasse ägt, so ist die Dichtigkeit 0.62 im Vergleich zur e. Ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund schwer, gt auf dem Monde nur $^1/_6$ Pfund.

Die Neigung des Mondäquators gegen die Ekliptik nur 1° 28', und die Umdrehungszeit des Mondes seine Achse ist genau der mittlern Umlaufszeit Mondes um die Erde gleich. Diese Umdrehungsiode um die Achse verursacht, daß er uns immer elbe Seite zukehrt, und die kleinen Ungleichheiten, che in dieser Beziehung stattfinden, sind in der ronomie bekannt unter dem Namen der Libration Physische Astronomie).

Die physische Beschaffenheit des Mondes kennen wir jen seiner Nähe genauer als die anderer Himmelsper. Mit dem Fernrohr sehen wir auf der Oberfläche Berge und Thäler, erkennen die Schatten der Berge und berechnen aus der Länge derselben die Höhe über die umgebende Oberfläche. Die Mondberge zeigen einen eigenthümlichen Charakter: meistens bestehen sie aus Ringgebirgen, in deren Mitte ein großer Kessel sich befindet, aus dessen Mittelpunkt oft ein kegelförmiger Berg hervorragt. Sie zeigen also einen rein vulkanischen Charakter, sodaß man sie für ausgebrannte Krater hält. Von Meeren (obwol große ebene Strecken den Namen Meer [Mare] führen) hat man keine Spur gefunden, und da außerdem der Mond uns stets in gleicher Weise hell erscheint und nie eine Trübung zeigt, scheint es auch daselbst keine Wolken zu geben. Da man ferner von einer Dämmerung nichts bemerkt und auch sonstige Anzeichen einer Atmosphäre nicht vorhanden sind, kann dieselbe, falls wirklich eine solche existiren sollte, nur sehr niedrig und sehr dünn sein.

Die Helligkeit des Mondes nimmt vom Neumond bis zum Vollmond zu und nachher wieder ab, doch ist diese Zu- und Abnahme nicht gleichmäßig. Die Zunahme der Helligkeit ist anders als die Abnahme, welches von den Flecken herrührt, die wir auf der Mondoberfläche sehen. Kurz vor dem Vollmonde nimmt die Helligkeit sehr rasch zu und ebenso schnell nach dem Vollmonde wieder ab. Die beobachteten Lichtveränderungen erklären sich vollständig unter der Annahme, daß die ganze Oberfläche mit kegelförmigen Bergen übersäet ist.

Der mittlere Vollmond hat eine Helligkeit, die 620000 mal geringer ist als die mittlere Helligkeit der Sonne, sie ist 90000 mal größer als die eines Sterns erster Größe von der Helligkeit der Capella. Das Reflexionsvermögen des Mondes ist noch geringer als das des Mars, er gibt von dem erhaltenen Sonnenlichte nur 17 Procent zurück.

Das Spectrum des Mondes ist vollständig dem der Sonne gleich, und man schließt auch daraus, daß der Mond keine Atmosphäre habe.

Ueber physisches Leben wie auf unserer Erde wissen wir auf dem Monde nichts. Ob Veränderungen auf der Mondoberfläche vorgekommen sind, ist mit Sicherheit noch nicht erwiesen, obwol einige Astronomen solche an einem Mondkrater, mit Namen Linné, bemerkt haben wollen.

Wie von der Erde aus gesehen der Mond während seiner Umlaufszeit uns die verschiedenartigsten Lichtgestalten, die Phasen zeigt, erkennt man auf Taf. 5 in Fig. 3. Die Sonne ist in großer Entfernung nach der rechten Seite angenommen und ist die Beleuchtung des Mondes in dem äußern Kreise gegeben, die daraus entstehenden Mondphasen stehen in dem innern Kreise. Man erkennt, wie im Neumonde der Mond uns die dunkle Seite, im ersten und letzten Viertel die Hälfte der dunkeln und der beleuchteten Scheibe, im Vollmonde dagegen die ganze beleuchtete Seite zukehrt. Man sieht auch in dieser Figur, wie während des Neumondes vom Monde aus gesehen die ganze beleuchtete Seite der Erde sichtbar ist, und begreift leicht, wie von den etwaigen Mondbewohnern von der Erde ganz dieselben Phasen,

nur in umgekehrter Reihenfolge, gesehen werden, wie wir sie vom Monde sehen. Das Erdenlicht erkennen wir in der Nähe des Neumondes auf der Oberfläche des Mondes ganz deutlich, indem der von der Sonne nicht beleuchtete Theil des Mondes sich uns in mattem, aschfarbigem Lichte zeigt, welches so hell ist, daß in ihm einzelne Berge des Mondes deutlich erkannt werden können.

Auf Taf. 12 ist in Fig. 3 die wahre Mondbahn dargestellt. Sie ist, da der Mond bei seinem Umlauf um die Erde auch den Weg mit der Erde um die Sonne macht, eine Cycloïde. Weil die Entfernung des Mondes von der Erde im Verhältniß zu der Sonnenentfernung jedoch so gering, ist die Curve, welche der Mond beschreibt, stets gegen die Sonne concav, und obwol in unserer Figur die Entfernung des Mondes von der Erde noch zehnmal zu groß angenommen werden mußte, erkennt man doch die Form der wahren Bahn. Die Vorstellung von Schleifen, welche der Mond um die Erde beschreibt, oder von sogenannten Schlangenlinien, Linien, die bald convex, bald concav gegen die Sonne sind, ist falsch.

In Taf. 12, Fig. 4 stellt EE′ die Ekliptik (unsere Erdbahn) dar, während MEM die Mondbahn, welche gegen die Ekliptik 5° 8′ 40″ geneigt ist, zeigt.

Taf. 6 ist eine Abbildung des Mondes, wie man ihn in einem guten Fernrohr zur Zeit des Vollmondes sehen kann. Sie ist theils entstanden aus der bekannten Beer-Mädler'schen Mondkarte, in Verbindung mit vorhandenen Mondphotographien, und aus eigener Anschauung. Es ist die Darstellung im astronomischen Fernrohr, also verkehrt, sodaß unten Nord, oben Süd, rechts Ost und links West liegt.

Die hauptsächlichsten Mondberge erscheinen uns als helle Flecke, die meisten zeigen einen kreisrunden Wall, der einen bald größern, bald kleinern Raum einschließt. Die großen nennt man Wallebenen, die kleinen Krater. Die übrigen zahlreichen Ringgebirge schließen meistens im Innern einen Centralberg ein. Einzelnen Bergketten hat man den Namen von Gebirgen unserer Erde gegeben, z. B.: Kaukasus, Apenninen, Alpen. Die großen grauen Flecke hat man Meere genannt, obwol sie wegen des Mangels an Luft keine solchen zu sein scheinen; die Bezeichnung Mare Serenitatis, Mare Imbrium, Mare Tranquillitatis sind meistens bald nach Einführung des Fernrohrs von den Astronomen, welche den Mond beobachteten und zeichneten, gewählt.

Sehr oft gehen von den Mondbergen Lichtstreifen, Strahlensysteme aus, ferner schmale Furchen oder Rillen, welche geradlinig durch Ebenen, zuweilen auch durch Gebirgsgegenden laufen.

Die Benennungen der Mondberge sind auf der Tafel für die einzelnen Quadranten gegeben und die Namen berühmter Gelehrten darin verewigt; die daneben stehenden Zahlen bedeuten die Höhe der Berge über der Umgebung, in Metern ausgedrückt, und sind meistens aus der Länge der Schatten bestimmt. Der höchste Berg ist über 7000 Meter hoch und hat also fast dieselbe Höhe als die höchsten Berge unserer Erde. Er ist, da der Mond nur den vierten Theil des Durchmessers unserer Erde hat, im Verhältniß also fast viermal höher.

Auf Taf. 7 sind in Fig. 3 und 4 einige Mondlandschaften gezeichnet, wie sie mit einem lichtstarken Fernrohr mit nicht bedeutender Vergrößerung sichtbar sind. Die in Fig. 3 nach rechts, in Fig. 4 nach links liegenden schwarzen Stellen sind die Schatten, welche die Ringgebirge auf die Umgebung werfen. Besonders interessant ist die Abbildung in Fig. 4, welche die Mondlandschaft Kopernicus darstellt und als eine der schönsten bekannt ist.

Die Finsternisse

werden vom Monde verursacht und nehmen unter den astronomischen Erscheinungen einen ausgezeichneten Platz ein. Die Mondkugel hat der Richtung nach der Sonne entgegengesetzt ihren Schatten, und zwar einen Kernschatten und einen Halbschatten, der Kernschatten vollständig dunkel, fast alles Sonnenlichts beraubt, der Halbschatten vom Kernschatten aus nach und nach heller werdend. Die Länge des Kernschattens schwankt je nach der Entfernung zwischen 49376 und 51083 Meilen, und wenn der Mond zwischen Sonne und Erde tritt, kann daher der Kernschatten die Erde berühren und diejenigen Gegenden, welche innerhalb desselben liegen und für welche die ganze Sonnenscheibe bedeckt ist, haben die Erscheinung einer totalen Sonnenfinsterniß, während die Gegenden, welche vom Halbschatten getroffen werden, eine partielle Sonnenfinsterniß sehen; berührt der Kernschatten die Erde nicht, so erscheint die Sonne nicht ganz verdeckt. In den Gegenden, welche den Schatten über sich haben, wird ein schmaler Rand der Sonnenscheibe sichtbar bleiben und die ringförmige Sonnenfinsterniß sehen lassen. Die längste Dauer einer totalen Sonnenfinsterniß ist circa 8 Minuten, die einer ringförmigen 12½ Minuten.

Ebenso wie der Mond wirft auch die Erde ihren Schatten in den Weltraum, welcher je nach der Entfernung von der Sonne zwischen 182408 und 188640 Meilen lang ist. Der Mond kann bei seiner Bewegung um die Erde in diesen Schatten eintreten, und da der Durchmesser desselben dort, wo der Mond eintritt, noch 1230 Meilen, also fast dreimal größer als der Mondduchmesser ist, kann entweder der Mond ganz oder theilweise, nie aber ringförmig verdeckt werden. Im ersten Falle findet eine totale, im letztern eine partielle Mondfinsterniß statt.

Wenn die Mondbahn in der Ebene der Ekliptik läge, würde bei jedem Neumonde eine Sonnenfinsterniß, bei jedem Vollmonde eine Mondfinsterniß stattfinden. Wegen der Neigung der Mondbahn sind die Finsternisse seltener. Die Zahl der Finsternisse in einem Jahre kann aber nie weniger als zwei und nie mehr als sieben sein. Finden nur zwei statt, so sind es immer Sonnenfinsternisse. Da der Mondknoten in 18 J. 11 T. einen ganzen Umkreis durchläuft, kehren innerhalb dieses Zeitraums von 223 Mondmonaten die Finsternisse sehr nahe in derselben Ordnung wieder, und in diesem Zeitraum finden 70 Finsternisse und zwar 29 Mond- und 41 Sonnenfinsternisse statt.

Die Mondfinsternisse werden von allen Bewohnern der Erde gleich gesehen, der Anfang und das Ende ist überall zu derselben absoluten Zeit, während die Sonnenfinsternisse (eigentlich Erdverfinsterungen) nur begrenzte Gegenden der Erde berühren und zu verschiedenen Zeiten wahrgenommen werden.

Obwol die Anzahl der Sonnenfinsternisse größer als die der Mondfinsternisse, finden doch für ein und denselben Ort besonders die totalen Sonnenfinsternisse nur äußerst selten statt. Da die Mondfinsternisse absolut zu derselben Zeit stattfinden, so wärden sie ein sehr vorzügliches Mittel sein, die Zeit- oder Längendifferenz zwischen verschiedenen Orten zu finden, wenn nicht der Uebelstand wäre, daß wegen des Uebergangs von Kernschatten in Halbschatten der Schatten der Erde auf der Mondscheibe nie scharf ist und daher eine Mondfinsterniß höchstens bis auf eine Zeitminute genau beobachtet werden kann. Die Ein- und Austritte der Sonnenfinsternisse sind sehr viel exacter zu beobachten und

:rden dieselben auch vielfach zur Ermittelung von ingendifferenzen verwendet.

Die totalen Sonnenfinsternisse haben theils ihrer eltenheit, theils aber auch der besondern Erscheinungen :gen, welche bei ihnen stattfinden, stets ein großes nteresse gehabt, und die bedeutendsten, welche in diesem ahrhundert in Europa noch stattfinden, ereignen sich:

387 am 19. August total in Deutschland u. Rußland,
390 am 17. Juni ringförmig im Mittelmeer,
396 am 9. August total in Norwegen, Lappland und Rußland,
900 am 28. Mai ringförmig in Spanien u. Portugal.

Taf. 12 stellt in Fig. 1 in S die Sonne, in E die rde dar, hinter welcher der Kernschatten und der albschatten sichtbar ist. Der Vollmond ist durch den chatten gehend in drei verschiedenen Stellungen verichnet und in M ist er total verfinstert.

In Fig. 6 und 8 sind die Sonnenfinsternisse darestellt; in Fig. 6, in welcher der Kern- und Halbhatten die Erde berührt, findet durch den ersten die tale, durch den letztern die partielle Sonnenfinsterniß att. In Fig. 8 berührt nur der Halbschatten die rde, in einem kleinen Raume unter dem Kernschatten at man auf der Erde die ringförmige, an den andern tellen des Halbschattens die partielle Finsterniß.

Fig. 2 stellt die Bewegung des Mondes um die rde in vier verschiedenen Lagen dar, in A und C eht der Mond wegen der Neigung seiner Bahn nicht urch den Erdschatten, es finden daher keine Finsterisse statt, in B dagegen ist der Mond zur Zeit des ollmondes auch in der Ekliptik und es tritt eine totale Mondfinsterniß ein, und in D ist der Mond bei dem eumonde in der Ekliptik und es ist eine totale (oder ingförmige) Sonnenfinsterniß zu sehen.

Fig. 7 stellt den Verlauf der totalen Sonnenfinsteriß vom 22. December 1870 dar. Der mittelste chwärzere Streifen ist der Weg des Kernschattens: die Zone der centralen Verfinsterung, wo also die Sonne otal verfinstert ist und in welchem Gürtel das südliche Spanien, Nordafrika, Griechenland und die Türkei iegen. Die verschiedenen Curven geben die Gegenden er Erde an, wo der Anfang der Finsterniß bei Sonnenufgang oder Sonnenuntergang, wo die Mitte der finsterniß bei Sonnenauf- resp. Sonnenuntergang und ndlich, wo das Ende der Finsterniß bei Sonnenaufesp. Sonnenuntergang stattfindet. Auch die Linie auf er Erde, an welcher Sonnen- und Mondrand sich ben berühren — die Grenze des Halbschattens auf der rde — also die Grenze auf der Erde, wo die Finsteriß überhaupt noch sichtbar, ist auf der Karte vereichnet. Der Mond erscheint bei einer totalen Mondinsterniß nicht ganz dunkel, sondern hat eine braunothe Färbung, welche davon herrührt, daß durch die Strahlenbrechung in unserer Atmosphäre doch Lichtrahlen und besonders die rothen, weil die blauen in nserer Atmosphäre absorbirt werden, in den Kernchatten der Erde gelangen und den Mond während er totalen Mondfinsterniß etwas beleuchten.

Wie bei einer totalen Sonnenfinsterniß die Sonne rscheint, ist in Taf. 7, Fig. 1 dargestellt.

2) Die Satelliten des Jupiter.

Die siderischen Umlaufszeiten, die Entfernungen von Hauptplaneten, die Massen (ausgedrückt in Theilen der Jupitermasse) und die wahren Durchmesser sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Satellit.	Siderische Umlaufszeit.	Entfernung vom Jupiter. Geogr. M.	Excentricität.	Masse in Theilen der Jupitermasse.	Wahrer Durchmesser. Geogr. M.
	T. St. M.				
I.	17 18 27.5	56500	0.00000	0.000169	510
II.	3 13 13.7	89800	0.00000	232	460
III.	7 3 42.5	143300	0.00135	884	750
IV.	16 16 32.2	252100	0.00724	425	640

Der erste Satellit erscheint vom Jupiter aus ungefähr so groß als unser Mond, der zweite und dritte etwa halb so groß, der vierte ein Viertel so groß.

Die vier Satelliten bewegen sich alle nahe in der Ebene des Aequators des Jupiter. Die gegenseitige Anziehungskraft der Satelliten aufeinander hat folgende zwei Sätze gegeben: 1) Die mittlere Bewegung des ersten Satelliten und zweimal die mittlere Bewegung des dritten Satelliten ist genau gleich dreimal derjenigen des zweiten Satelliten; 2) die mittlere Länge des ersten Satelliten plus zweimal der mittlern Länge des dritten Satelliten minus dreimal der mittlern Länge des zweiten Satelliten ist genau gleich zwei rechten Winkeln.

Wegen der kleinen Neigungen und der Nähe am Jupiter werden die drei ersten Satelliten bei jedem Umlaufe verfinstert, nur der vierte Satellit kann zuweilen über oder unter dem Schatten weggehen. Ebenso verursachen die drei innern Satelliten auf dem Jupiter bei jedem Umlaufe Sonnenfinsternisse. Die drei ersten Satelliten können nie zugleich verfinstert werden. Ihre Umdrehungszeit um ihre Achse scheint der Umlaufszeit gleich zu sein, wie man aus dem beobachteten Lichtwechsel geschlossen hat.

3) Die Satelliten von Saturn, Uranus und Neptun.

Man kennt von denselben nur ihre Umlaufszeiten und mittlern Entfernungen. Von den Saturnssatelliten ist der sechste der hellste und zeigt einen Lichtwechsel, aus dem sich schließen läßt, daß er sich in derselben Zeit um seine Achse dreht, als er sich um Saturn bewegt; die meisten Bahnen liegen in der Bahn der Ringebene. Die Elemente der Bahnen sind die folgenden:

Satelliten des Saturn.

Namen.	Siderische Umlaufszeit.	Mittlere Entfernung vom Saturn in geographischen Meilen.	Excentricität.
	T. St. M.		
1. Mimas	0 22 37	24800	.
2. Enceladus	1 8 53	31900	.
3. Thetis	1 21 18	39500	0.01086
4. Dione	2 17 41	50900	0.00310
5. Rhea	4 12 25	70500	0.00080
6. Titan	15 22 41	163700	0.02922
7. Hyperion	21 6 49	198200	0.115
8. Japetus	79 7 54	466900	0.02844

Satelliten des Uranus.

Namen.	Siderische Umlaufszeit.	Mittlere Entfernung vom Uranus in geographischen Meilen.
	T. St. M.	
1. Ariel	2 12 29	27700
2. Umbriel	4 3 28	38500
3. Titania	8 16 56	63100
4. Oberon	13 11 7	84100

Satellit des Neptun.

Siderische Umlaufszeit 5 T. 21 St. 4 M.
Mittlere Entfernung vom Neptun 47500 Meilen.

Auf Taf. 4 ist in Fig. 3 im Maßstab $^1/_{20000}$ Mill. der Jupiter mit seinen Monden, diese in den größten scheinbaren Entfernungen, in Fig. 4 in demselben Maßstabe der Saturn mit seinen Monden dargestellt.

In Taf. 12, Fig. 5 stellt die Linie EIE′ die Ebene der Jupitersbahn dar, während die mit I, II, III, IV bezeichneten Linien mit der EIE′ Winkel bilden, die die Neigungen der Mondbahnen gegen die Ebene der Jupitersbahn angeben.

Ein Apparat, welcher eine Darstellung der Planeten und Satelliten gibt, heißt ein Planetarium, und ein solches ist auf Taf. 10, Fig. 16 abgebildet. C ist die Sonne, H der Mercur, G die Venus, F die Erde mit dem Monde c, I der Mars, L die vier kleinen, zuerst entdeckten Planeten, M der Jupiter mit 4, N der Saturn mit 8, K der Uranus mit 4 Monden. Im Innern des Apparates ist ein Räderwerk, welches, durch die Kurbel D in Bewegung gesetzt, die dargestellten Planeten sich um die Sonne bewegen läßt.

d) Die Kometen.

In jedem Jahrhundert erblicken aufmerksame Beobachter etwa zwanzig bis dreißig mal mit bloßem Auge am Firmament zwischen den zahlreichen Sternen leuchtende Körper von nebelhaftem Ansehen, die meistens mit einem Lichtstreifen, Schweif, versehen sind und deshalb von den Alten Haarsterne, κομήτης, genannt sind.

Durch ihr wunderbares, prächtig-schönes Ansehen, durch ihre Form, welche öfter mit der einer Garbe oder der einer auflodernden Flamme Aehnlichkeit hat, außerdem durch ihre Seltenheit (denn sehr große Kometen kommen im Jahrhundert nur einigemal vor) erregten sie von jeher Erstaunen und Bewunderung, welche bei dem früher herrschenden Aberglauben in Furcht und Angst überging.

Viele Städtechroniken, sowie unsere Geschichtsbücher berichten von dem Schrecken, den zu gewissen Zeiten die Kometen hervorgebracht haben, und man könnte viel davon erzählen, wenn man alle Furcht und die Folgen derselben schildern wollte, welche in frühern Jahrhunderten die Erscheinungen von Kometen verbreitet haben.

Diese Zeiten sind vorüber, und wenn auch noch hin und wieder bei Erscheinungen von Kometen Unglücksnachrichten prophezeit werden, so ist doch im allgemeinen die Furcht vor denselben verschwunden. Seitdem man erkannt hat, daß die Kometen nicht in unserer nächsten Umgebung sich befinden, daß sie nicht der Atmosphäre unserer Erde angehören, sondern nach himmlischen Gesetzen als kosmische Körper die ihnen vorgeschriebenen Bahnen um die Sonne mit der größten Genauigkeit beschreiben — wo ist da noch Grund zur Furcht vorhanden?

Die Zahl der sehr großen Kometen ist, wie oben schon gesagt, gering: alle drei bis fünf Jahre kann mit bloßem Auge im Durchschnitt nur einer gesehen werden. Aber die Zahl der durch Fernröhre wahrnehmbaren, der teleskopischen Kometen, ist beträchtlich größer, sie beträgt durchschnittlich vier im Jahre und die Aufmerksamkeit der Astronomen ist fast mit den Jahren gewachsen. Während z. B. im 17. Jahrhundert nur 20 Kometen (sämmtlich dem bloßen Auge) sichtbar waren, hat man im 18. Jahrhundert schon 62 (davon besonders in der zweiten Hälfte viele teleskopische) gesehen, in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts sind 94 Kometenerscheinungen beobachtet, von 1850 bis 1860 hat man 38, von 1861 bis 1870 dagegen 33 Kometen wahrgenommen.

Von etwa 250 Kometen sind die Bahnen genau berechnet und die Mehrzahl derselben gehört der neuern Zeit an, weil in frühern Jahrhunderten die Beobachtungen so unvollkommen und so widersprechend sind, daß Bahnbestimmungen nicht gemacht werden können; doch aus allen Angaben ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß, soweit unsere Geschichte reicht, bisjetzt nicht viel über 600 Kometen gesehen sind.

Wie groß aber die Zahl dieser Himmelskörper im allgemeinen ist, läßt sich nur unter Voraussetzung gewisser Hypothesen annähernd angeben. Bisher ist constatirt, daß nur eine ganz geringe Anzahl von Kometen in einer bestimmten Zahl von Jahren um die Sonne läuft und periodisch wiederkehrt. Bei den übrigen ist, wenn sie sich überhaupt in geschlossenen Curven bewegen und deshalb eine Umlaufszeit haben, solche Tausende von Jahren, und da man jetzt alle Jahre im Durchschnitt etwa drei bis vier neue Kometen findet, so folgt daraus, daß viele tausend Kometen vorhanden sein müssen. Wol ist nicht anzunehmen, daß die Kometen mit ihren Perihelien (Sonnennähen) im Weltraume gleichmäßig vertheilt sind, denn dann würde ihre Zahl, da innerhalb der Mercurbahn von den 250 berechneten Bahnen etwa 50 ihre Perihelien haben, innerhalb der Jupitersbahn schon Hunderttausende betragen und innerhalb der Neptunsbahn bis auf Millionen steigen. Auch die Hypothese, daß die Kometenperihelien wie die Quadrate der Entfernungen von der Sonne zunehmen, war zwischen der Mercur- und Venusbahn vor etwa 30 Jahren nahe richtig, jetzt ist das Verhältniß durch die neuern Entdeckungen ein anderes geworden. Innerhalb der uns gegenwärtig durch die Lichtstärke unserer Instrumente gesetzten Grenzen, bis zu welchen wir noch Kometen sehen und beobachten können, wird die Zahl derselben sicher mehrere Tausend übersteigen.

Die große Mehrzahl der Kometen wird jetzt von Astronomen durch besonders dazu construirte Fernröhre mit großem Gesichtsfeld und nicht zu starker Vergrößerung (Kometensucher) aufgefunden. Doch kommt es hin und wieder auch vor, daß plötzlich helle Kometen erscheinen und von jedermann, der den Himmel aufmerksam betrachtet, gesehen werden können. Diese Kometen sind dann ganz plötzlich aus ihrer Sonnennähe und aus den Sonnenstrahlen herausgetreten, während sie durch das Tageslicht selbst dem bewaffneten Auge des Sternkundigen unsichtbar blieben.

Die hellern Kometen haben meistens drei wesentliche Bestandtheile an sich: einen Kern, eine Nebelhülle und einen Schweif.

Eine als Hauptpunkt am hellsten strahlende, oft sternartige Verdichtung im Kometen nennt man den Kern, der oft nur geringen Durchmesser hat und eine solche Helligkeit entwickelt, daß man bei einigen Kometen ihn am hellen Tage mit bloßem Auge gesehen hat. Schröter und Harding maßen z. B. den Kern des Kometen von 1798, als er am kleinsten war, nur zu 27 Meilen Durchmesser, während der Kern des großen Kometen von 1811 einen Durchmesser von 570 Meilen und der Kern des noch in frischem Andenken stehenden prachtvollen Kometen von 1858 etwas über 100 Meilen Durchmesser hatte. Am hellen Tage waren in diesem Jahrhundert die Kerne der großen Kometen von 1843 und 1853 sichtbar.

Den Kern umgibt gewöhnlich eine Nebelhülle, die schon einen beträchtlichern Durchmesser hat und oft nach der der Sonne zugekehrten Seite fächerartig strahlt, ja es reihen sich oft mehrere Sectoren zu Hüllen aneinander und übereinander, die zuweilen sehr bemerkbare Oscillationen zeigen.

Es kommt häufig vor, daß die Nebelhülle, wenn der Komet in seine Sonnennähe gelangt, eine von der

Sonne abgewandte Verlängerung erhält, die sich zu einem Schweife entwickelt, der bei zunehmender Entfernung des Kometen von der Sonne kleiner wird und schließlich ganz verschwindet. Die Schweife erreichen oft eine beträchtliche Länge und erscheinen alsdann meistens nicht gerade, sondern gekrümmt und reichen oft über den dritten Theil, ja über die Hälfte und mehr des uns sichtbaren Himmels. So hatten z. B. die Schweife der Kometen von 1456 eine Länge von 60°, 1618 von 100°, 1769 von 90°, 1811 von 90°, 1843 von nahe 70°, 1858 von 60°, 1861 von 120°. Diese Längen entsprechen im Weltraume Millionen von Meilen und hier sei nur erwähnt, daß die Länge des Schweifs vom Kometen 1858 gegen 11 Mill. Meilen und die größte Breite 2 Mill. Meilen betrug. Hin und wieder haben die Kometen auch mehrere Schweife: der vom Jahre 1823 hatte zwei, die sich einander gegenüberstanden; der vom Jahre 1744 soll sechs von je 30 bis 40° Länge und 4° Breite gehabt haben; der vom Jahre 1858 hatte außer dem großen breiten Schweife noch zwei schmale, den großen tangirende, die fast dieselbe Länge von 11 Mill. Meilen, doch nur eine Breite von 200000 Meilen hatten. Oft ändert sich die Länge der Schweife und zwar sowol in kurzen Zeiträumen — in dem Schweife des Kometen von 1811 wurden z. B. zuckende Bewegungen wahrgenommen — als auch von einer Erscheinung zur andern ganz beträchtlich. So hatte der alle 75 Jahre wiederkehrende Halley'sche Komet im Jahre 1456 einen Schweif von 60° Länge, während in den Jahren 1759 und 1835 der Schweif kaum 15° Länge erreichte.

Die Schweife sind an den Rändern gewöhnlich viel heller wie in der Mitte, und durch die Mitte zieht sich ein dunkler Streifen, wodurch man zu der Ansicht gekommen ist, daß die Schweife hohl sind und man in der Mitte direct durch die dünnen Wände des hohlen Schweifs sieht, während man am Rande geneigt auf die Schweifwände schaut und daher mehr Materie erblickt.

Oft fehlt den Kometen der Kern; wir sehen, besonders bei den teleskopischen Kometen, nur die Nebelhülle, in welcher hin und wieder, jedoch nicht immer im Centrum, eine oder mehrere Verdichtungen sich befinden. Der Kern bildet sich meist erst in der Nebelhülle, wenn der Komet der Sonne näher kommt, er verschwindet, wenn der Komet sich wieder von der Sonne entfernt, sodaß schließlich nur die Nebelhülle übrigbleibt, welche bei zunehmender Entfernung matter wird und sich schließlich unsern Blicken ganz entzieht. Die Mehrzahl der teleskopischen Kometen besteht überhaupt nur aus solchen Nebelhüllen.

An einigen hellern Kometen hat man Lichtgestalten wie bei unserm Monde, sogenannte Phasen, wahrgenommen, und besonders soll der Komet von 1819 unter der Gestalt des Mondes in seinen Vierteln von aufmerksamen Astronomen beobachtet sein. Höchstwahrscheinlich sind aber das, was man für Phasen gehalten hat, nur räthselhafte Gestaltungen des Kopfes gewesen, die in neuerer Zeit fast immer wahrgenommen sind.

Mit großer Sicherheit ist constatirt, daß die Kometen fast ganz durchsichtig sind, da das Licht von Fixsternen, die durch einen Kometen bedeckt worden, nicht merklich geschwächt wird. Die Helligkeit mancher Kometen ist gegen die der Fixsterne so gering, daß, wenn schwache Kometen in der Nähe von Sternen stehen, sie kaum wahrzunehmen sind, und nach einigen Kometen ist öfter vergeblich gesucht, wenn sie, wie die spätere Rechnung ergab, in der Richtung von Fixsternen gestanden haben.

Die geringe Helligkeit der Kometen läßt auch eine sehr geringe Masse vermuthen und von dem Kometen im Jahre 1770 ist nachgewiesen, daß er trotz seiner Größe eine geringere Masse gehabt haben muß, als den 5000. Theil der Erdmasse, weil er bei einer größern Masse auf die Bewegung der Erde Einfluß gehabt und letztere in ihrem Laufe hätte stören müssen.

Seit Newton allgemeine Gesetze aufstellte, nach welchen sich alle Himmelskörper bewegen, ist es möglich, die Bahnen der Kometen genau zu berechnen, und für die meisten derselben hat man gefunden, daß die kurze Strecke der Bahn, in welcher wir von der Erde aus die Kometen gesehen, von der Parabel fast gar nicht abweicht. Nur von einer geringen Zahl Kometen ist nachgewiesen, daß ihre Bahnen geschlossene Curven, langgestreckte Ellipsen sind, bei welchen die Excentricität aber nicht viel von der Einheit abweicht.

Der englische Astronom Halley war der erste, welcher nach Newton's Theorie die Bahnen von 25 Kometen berechnete. Als er die Kennzeichen der Bahnen, die Elemente miteinander verglich, fand er drei Bahnen (die der Kometen von 1531, 1607, 1682), bei welchen die Elemente so ähnlich waren, daß er daraus schloß, diese Bahnen müßten ein und demselben Kometen angehören, der eine Umlaufszeit von 75 bis 76 Jahren hätte. Seine Voraussetzung, daß der Komet im Jahre 1758 wiederkehren würde, bestätigte sich aufs glänzendste, doch erschien er nicht in seiner Sonnennähe 1758, sondern erst 1759, welche Verzögerung von der Einwirkung des Jupiters und Saturn auf die Bewegung des Kometen herrührte. Solche in ganz bestimmten Zeiträumen wiederkehrende Kometen nennt man periodische, und gegenwärtig zählt man deren schon eine ziemliche Anzahl, von welchen im Folgenden kurze Beschreibungen gegeben werden sollen.

Zuvor mögen aber erst einige Notizen über die bedeutendsten Kometen, welche bisjetzt erschienen, hier mitgetheilt werden.

Higinus und Ovid erwähnen, daß im Jahre 1200 vor Christi Geburt zur Zeit der Zerstörung Trojas eine der Plejaden Electra oder Merope aus Kummer über den Untergang der herrlichen Stadt die Gesellschaft ihrer Schwestern verlassen und dem nördlichen Polarkreis sich zugewandt habe, wo sie trauernd mit aufgelöstem Haar gesehen und Komet genannt sei. Diese Erzählung ist wol die erste glaubhafte Nachricht über einen Kometen, der durch die Plejaden nach Norden gegangen ist.

Aristoteles berichtet von einem Kometen, der 371 vor Christi Geburt erschien und einen hellen und breiten, über den dritten Theil des sichtbaren Himmels reichenden Schweif hatte.

Im Jahre 134 v. Chr., zur Zeit der Geburt des Mithridates, war ein glänzender Komet 70 Tage lang sichtbar, der an Glanz mit der Sonne verglichen wurde und besonders Schweif, sich über den vierten Theil des Himmels erstreckend, vier Stunden bedurfte, um aufzugehen.

Bald nach Cäsars Tode, 43 v. Chr., zeigte sich ein so heller Komet, daß man ihn selbst am Mittag noch sehen konnte. Von ihm glaubten die Römer, daß er gekommen sei, um den Geist des großen Dictators zu empfangen und denselben nach den Sitzen der Götter zu geleiten.

Im Jahre 389 nach Christi erschien ein Komet welcher an Helligkeit der Venus gleichkam, dessen Kopf aus mehrern kleinen Sternen zusammengesetzt war, dessen Schweif die Form eines Schwertes hatte und dessen ganzes Ansehen mit einer brennenden Ampel verglichen wurde.

Im Jahre 1106 sah man ein Gestirn, welches nach Angabe des Chronisten nur $1\frac{1}{2}$ Fuß von der Sonne entfernt war und einen Schweif hatte, der von den Fischen bis zum Orion reichte.

Ein anderer, auch wie der vorgenannte am Tage gesehener Komet, erschien im Jahre 1402, dessen Schweif sogar am hellen Mittag gesehen worden sein soll. Andere Geschichtschreiber lassen in demselben Jahre zwei Kometen sichtbar sein.

Der Komet von 1532 soll ebenfalls am hellen Tage für jedermann sichtbar gewesen sein.

Von dem Kometen des Jahres 1556 ist schon erwähnt, daß er einen Schweif von 60° Länge hatte, und der Schweif des im Jahre 1618 erschienenen Kometen soll 100° gemessen haben, sodaß selbiger noch nicht ganz aufgegangen, wenn der Kopf bereits die Mitte des Himmels über dem Horizonte einnahm.

Der Komet vom Jahre 1680 hatte einen so langen Schweif, daß derselbe, obwol der Kopf bald nach der Sonne unterging, theilweise die ganze Nacht hindurch sichtbar war; er maß 70°.

Der glänzendste Komet des 18. Jahrhunderts, der von 1744, war am 1. Februar schon heller als Sirius, am 8. so hell als Jupiter, Anfang März übertraf er die Venus an Glanz und ist mit freiem Auge selbst Mittags um 1 Uhr gut gesehen worden. Anfangs hatte er einen Schweif, der sich aber mit der Zeit in sechs getheilt haben soll, die Cheseaux beobachtete; die französischen und englischen Astronomen erwähnen davon nichts.

Die bedeutendsten Kometen des 19. Jahrhunderts waren die von 1807, 1811, 1819, 1825, 1835 (der Halley'sche) 1843, 1853, 1858, 1860, 1861, 1862.

Der Komet von 1807 hatte einen Schweif von nur 3 bis 4° Länge.

Der Komet von 1811 wurde vom 26. März bis 17. August 1812, also über einen Zeitraum von 17 Monaten gesehen, jedoch mit Unterbrechung. Am schönsten war er im Herbst 1811, wo er mit seinem 25° langen und 6° breiten Schweife die ganze Nacht sichtbar blieb. Bouvard hat zwei Schweife gesehen, die einen Winkel von 90° miteinander bildeten. Seine Bahn hat sich nach der scharfen Berechnung von Argelander als Ellipse herausgestellt, jedoch mit einer Umlaufszeit von 3065 Jahren und eine genäherte Vorausberechnung seiner Wiederkehr hat ergeben, daß vermöge der Anziehungskraft der Planeten sein Lauf um 177 Jahre beschleunigt wird, so daß seine nächste Erscheinung nahe um das Jahr 4700 zu erwarten ist.

Der Komet von 1819 hatte einen Schweif von 7° Länge.

Der Komet vom October 1825 zeigte einen aus drei Punkten bestehenden Kern und einen 15° langen Schweif.

Im Jahre 1835 erschien der Halley'sche Komet, über den, als zu den periodischen gehörig, noch Weiteres folgen wird.

Am 28. Februar 1843 erschien am hellen Tage plötzlich ein großer Komet sehr nahe bei der Sonne, den man in Amerika zuerst entdeckte. Dem bloßen Auge erschien er nachts mit einem 40 bis 70° langen Schweife, der sich im März in zwei theilte. Dieser Komet hat das Merkwürdige, daß er in seiner größten Sonnennähe nur 19000 Meilen von der Oberfläche der Sonne entfernt war, ja anfangs gaben die Rechnungen ihm eine kleinere Sonnennähe, als der Halbmesser der Sonne betrug.

Der im Jahre 1853 sichtbare Komet hatte Ende August kurze Zeit einen mehr als 5° langen Schweif und wurde im Fernrohr am hellen Mittag gesehen und beobachtet.

Der glänzendste und größte Komet dieses Jahrhunderts wird wol der im Herbst 1858 gewesen sein. Entdeckt von Herrn Donati in Florenz im Juni als ein sehr schwacher Nebelfleck im Sternbild des Löwen, wurde er von Ende August bis Ende October dem bloßen Auge sichtbar. Zu Anfang dieser Zeit sah man seinen Schweif von Tag zu Tage heller und länger werden und hat man demselben, sowie der dem Schweife entgegengesetzt unmittelbar am Kopfe sich zeigenden sehr starken Lichtentwickelung oder Ausströmung, die in mehrere Lichthüllen (bis zu sieben), welche den Kern umgaben und in den Schweif sich verlängerten, hineinfloß, ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Während der Hauptschweif stark gekrümmt war und bis zu 60° Länge und 10° Breite verfolgt werden konnte, nahm man an einigen Orten an der Tangente dieses großen Schweifes noch zwei schwachglänzende Streifen wahr, die fast dieselbe Länge, aber nur 1° Breite hatten.

Ende Juni 1860 erschien plötzlich aus den Sonnenstrahlen kommend ein Komet, der rasch an Licht zunahm, einen Schweif von 20° Länge und einen excentrischen Kern hatte, sich durch schnelle Veränderungen auszeichnete und sehr rasch an Licht abnahm.

Der Komet vom Jahre 1861 erschien auf der nördlichen Halbkugel ganz plötzlich am 30. Juni aus den Sonnenstrahlen hervorbrechend — auf der südlichen Halbkugel hatte man ihn schon vom 13. Mai an gesehen — mit einem langen Schweife, der wegen der Nähe des Kometen zur Erde (am 30. Juni betrug die Entfernung nur 2 Mill. Meilen) eine Länge von 120° hatte. Auch dieser Komet zeigte mehrere Hüllen, und über dem geraden großen Schweife lag noch ein schwächerer krummer.

Der letzte dem bloßen Auge sichtbare Komet erschien im August 1862, hatte einen Schweif von 10 bis 12° Länge und zeichnete sich durch pendelartige Bewegung der Ausströmung, sowie durch große Veränderlichkeit im Ansehen seines Kopfes aus.

Alle diese Kometen haben entweder eine so große Umlaufszeit, daß wir dieselbe nicht zu bestimmen im Stande sind, oder eine solche von vielen hundert, ja oft von mehrern tausend Jahren. Dagegen gibt es, wie schon oben gesagt, einzelne Kometen mit kürzerer Umlaufszeit, und man unterscheidet zwei Hauptgruppen, eine mit Umlaufszeiten zwischen drei bis sieben Jahren und eine andere Gruppe mit Umlaufszeiten zwischen 60 bis 80 Jahren.

Man nennt diese Kometen periodische, und die Umlaufszeit derjenigen, welche bereits mehr als einmal bei der Rückkehr zu ihrem Perihel von unserer Erde aus beobachtet sind, läßt sich bis auf einige Tage, ja bei einzelnen bis auf Stunden berechnen.

Zu diesen periodischen gehört zunächst der Halley'sche Komet, der seiner Umlaufszeit nach der letzten der erwähnten Gruppen angehört.

Wie schon oben erwähnt, war es Halley, der die ersten 25 Kometenbahnen berechnete und durch Vergleichung derselben die Periodicität des einen Kometen anzeigte. Nachdem er die Periode der Wiederkehr erkannt, konnte man zurückrechnen und fand in verschiedenen Büchern von diesem Kometen Beobachtungen, aber leider so unvollkommen, daß sich aus diesen alten Daten keine genauere Bahn hat feststellen lassen.

Die erste verlaßliche Erscheinung des Halley'schen Kometen fällt in das Jahr 1456, in welchem er auf seinem Wege von den Sternbildern Stier bis Löwe sich in großer Pracht zeigte. Sein Kern soll das intensive Licht eines Fixsterns gehabt haben, sein Schweif 60° lang gewesen sein und gegen das Ende in Gestalt eines Pfauenschweifs geleuchtet haben.

zweite Erscheinung fiel in das Jahr 1531 und onders von Peter Apianus (Bienewitz) zu Ingolverfolgt, welcher zuerst bei dieser Erscheinung f aufmerksam machte, daß der Schweif von der e abgewandt sei.

dritte Erscheinung, im Jahre 1607, wurde von :, Longomontan und andern Astronomen beob; der Schweif war in seiner Länge beträchtlich derlich, was seinen Grund möglicherweise in der lnden Klarheit der Atmosphäre hat, da er in den Monaten des Jahres sichtbar war.

vierte Erscheinung, im Jahre 1682, zur Zeit ewton und Halley lebten, veranlaßte letztern zu berechnung der Kometenbahnen nach der Theorie rstern. Die Voraussagung der Wiederkehr des ten im Jahre 1758, sowie die Erkenntniß der bicität war eine der größten Ereignisse in der nomie, und die Benennung des Kometen nach y ist eine wohlverdiente Anerkennung.

iraut, ein französischer Mathematiker, und Madame ite rechneten sechs Monate ununterbrochen an der ten Bahn des Halley'schen Kometen, um seine erkehr genau anzugeben und fanden, daß er durch er in seinem Laufe um 518 Tage, durch Saturn 00 Tage aufgehalten würde und setzten auf den pril 1759 die größte Sonnennähe des Kometen Halley starb 1741 und erlebte daher die Wiederes Kometen nicht. Als zu Ende des Jahres 1758 re Astronomen und unter ihnen der bekannte tenentdecker Messier lange vergebens nach ihm schaut hatten, fand ihn am 25. December 1758 ein Liebhaber der Astronomie, der Bauer Pahlitzsch ohlis bei Dresden. Die weitern Beobachtungen Kometen zeigten, daß er in der Nacht vom 12. 3. März 1759, also nur einen Monat früher Clairaut gefunden, sein Perihel erreichte. In Schweife entwickelte er schon damals nicht die t, in der man ihn früher gesehen hatte, und noch er glänzend erschien er im Jahre 1835, wo er ugust und zwar nur $^1/_4$° von dem vorausberechneten wieder gefunden wurde, sein Perihel bis auf e Tage zu der vorausberechneten Zeit erreichte n seinen physischen Erscheinungen ganz besonders von Bessel untersucht wurde.

ge blieb dieser Komet der einzige, von dem man ulaufszeit kannte. Im Jahre 1770 entdeckte der ssche Astronom Messier einen Kometen, von dem nachwies, daß er nach $5^1/_2$ Jahren wiederkehren doch fand er bei näherer Rechnung, daß der seine bedeutende Masse wirkende Jupiter ihm 767 die Bahn gegeben hatte, diese aber auch im 1779 wieder nahm, welches Resultat durch andere omen bestätigt worden ist. Lexell hatte dadurch nachgewiesen, daß es Kometen mit kurzer Umit geben könne, aber noch war kein Fall bekannt, n solcher Komet in mehrern Umläufen beobachtet d obwol man besonders zu Anfang dieses Jahrs sorgfältig alle Bahnen untersuchte, fanden sich ur zwei Kometen (entdeckt im Jahre 1812 von und im J. 1815 von Olbers), welche Umlaufsion 71 und 74 Jahren zeigten, also dem Halley'schen hnliche sind.

entdeckte am 26. Novembr 1818 Pons in Marseille Kometen, der 47 Tage beobachtet wurde und Bahn sich schon während der Beobachtungszeit mit einer Parabel in Einklang bringen ließ. damals Astronom auf dem Seeberge bei Gotha, urch seine Rechnung aus Beobachtungen, die e umfaßten, daß dieser Komet nach $3^1/_2$ Jahren ehren müsse und bewies, daß derselbe schon 1786, 1795 und 1805 beobachtet sei. Als Encke nach der von ihm bestimmten Bahn den Lauf für das Jahr 1822 vorausberechnete, war der schönste Lohn der mühevollen Arbeit der, den Kometen genau an der Stelle aufgefunden und beobachtet zu sehen, welche er ihm im voraus angewiesen hatte. Seitdem ist dieser Komet regelmäßig wiedergekehrt und keine Erscheinung desselben ist unbeachtet vorübergegangen. Seit der Entdeckung der Periodicität im Jahre 1818 hat man ihn 1822, 1825, 1829, 1832, 1835, 1838, 1842, 1845, 1848, 1852, 1855, 1858, 1862, 1865, 1868, 1871 beobachtet.

Encke's Komet von kurzer Umlaufszeit blieb nicht lange der einzige. Am 27. Februar 1826 entdeckte zu Josephstadt in Böhmen der Hauptmann Biela einen Kometen, dessen Umlaufszeit zu $6^3/_4$ Jahren berechnet wurde und der schon 1772 und 1805 gesehen und beobachtet war. Er ist seitdem 1832, 1839, 1845 und 1852 wieder gesehen; aber 1845 zeigte er die merkwürdige Erscheinung, daß er sich in zwei Theile theilte, die auch beide 1852 als gesonderte Kometen schon mehrere Grade voneinander entfernt beobachtet, seitdem aber nicht wieder gesehen wurden.

Siebzehn Jahre nach der Entdeckung des Biela'schen Kometen fand am 23. November 1843 der Astronom Faye in Paris einen Kometen, der seitdem alle $7^1/_2$ Jahre (1851, 1858, 1866) zur Sonnennähe wiedergekehrt und beobachtet ist.

Der Brorsen'sche Komet, am 26. Februar 1846 von Brorsen in Kiel entdeckt, wurde, trotzdem eine $5^1/_2$jährige Umlaufszeit erkannt war, doch im Jahre 1851 wegen ungünstiger Stellung zur Erde nicht wieder gesehen, jedoch 1857 von Bruhns neu entdeckt und 1868 wieder beobachtet.

Der d'Arrest'sche Komet, am 27. Juni 1851 von d'Arrest in Leipzig entdeckt, hat eine Umlaufszeit von $6^1/_2$ Jahren und ist in seiner Sonnennähe 1857 (am Cap der guten Hoffnung) und 1870 wieder gesehen und beobachtet.

Der Winnecke'sche Komet wurde am 8. März 1858 von Winnecke in Bonn entdeckt; die Rechnung zeigte sofort, daß er schon 1819 beobachtet sei und man fand sehr bald seine Umlaufszeit zu $5^1/_2$ Jahren. Im Jahre 1864 konnte er wegen ungünstiger Stellung zur Erde nicht gesehen werden, 1869 ist er wieder beobachtet.

Ein anderer periodischer Komet von kurzer Umlaufszeit, von de Vico in Rom am 22. August 1844 entdeckt, ist in seiner ersten Erscheinung über vier Monate beobachtet und scharf berechnet worden, hat aber seitdem nicht wieder aufgefunden werden können.

Ein am 3. April 1867 von Tempel in Marseille entdeckter Komet hat nach der besten Rechnung $5^3/_4$ Jahre Umlaufszeit und kann erst 1872 oder gar erst 1878 wieder gefunden werden.

Eine größere Umlaufszeit, $13^6/_{10}$ Jahre, hat ein Komet, der am 4. Januar 1858 von Tuttle in Cambridge (N. St.) und am 12. Januar von Bruhns in Berlin entdeckt wurde und von dem sich zeigte, daß er schon 1790 beobachtet wurde, in den dazwischenliegenden Sonnennähen aber unbeachtet vorüberging; 1871 ist er wieder gesehen und beobachtet.

Kometen von größern Umlaufszeiten kennt man jetzt mehrere. Wir führen nur an, daß ein von Peters 1846 entdeckter Komet nahe 16 Jahre, ein 1852 von Westphal entdeckter Komet 61 Jahre, ein 1866 von Tempel entdeckter 33 Jahre Umlaufszeit haben. Der letztgenannte Komet hat merkwürdigerweise nahe dieselbe Bahn wie der Sternschnuppenschwarm, auf dessen glänzende Erscheinung 1799 A. von Humboldt besonders

aufmerksam machte und der 1866 in der Nacht vom 13. zum 14. November in Europa, 1867 in Amerika und Australien in großem Glanze wieder gesehen wurde. — Sowol aus diesem als auch aus dem vorigen Jahrhundert lassen sich noch mehr Kometen mit kürzern oder längern Umlaufszeiten aufführen, doch sind sie alle nur in einer Erscheinung beobachtet und ihre Wiederkehr ist daher noch zu constatiren.

Ueber die physische Beschaffenheit der Kometen weiß man noch wenig. Im Alterthum hielt man dieselben für Meteore in unserer Atmosphäre. Nach Aristoteles sollten es Ausdünstungen aus Klüften und Höhlen sein, die sich in unserer Atmosphäre zusammenballen und wieder verschwinden; Plutarch läßt sie keine wirkliche Existenz haben, sondern nur Reflexe des Sonnenlichts sein, die ebenso verschwinden, wie der Regenbogen und die Nebensonnen. Aristoteles nahm zwei Klassen von Kometen an: bärtige und geschwänzte, während Plinius zwölf Gattungen zählte, von welchen die mähnenförmigen am geschwindesten liefen, die Haarkometen am längsten sichtbar blieben. Als das Fernrohr auf den Himmel angewandt wurde, hielt man sie für Ausdünstungen der Sonne, wogegen Hevel gewaltig eiferte und sie als bloße Ausdünstungen der Planeten betrachtet wissen wollte. Kepler behauptete noch, daß es Ungeheuer wären, die in den obern Regionen der Luft wie die Walfische im Meer herumschwimmen und sich von den bösen Dünsten nähren, und wenn sich die Kometen der Erde nähern, verursachten sie Miswachs und pestartige Krankheiten. Damals hatte aber schon Tycho Brahe nachgewiesen, daß sie entfernter wie der Mond seien, und bald darauf (1681) zeigte der Pfarrer Dörfel in Plauen im Voigtlande, daß die Bahnen der Kometen Parabeln seien. Als Newton gefunden hatte, daß alle Himmelskörper sich in Kegelschnitten bewegen, wurde den Kometen von den Männern der Wissenschaft die wahre kosmische Existenz angewiesen.

Unsere jetzigen Ansichten über Kometen sind durchaus noch nicht derart, daß sie alle Erscheinungen erklären. Da die Kometen als Himmelskörper den Gravitationsgesetzen folgen, ist sicher anzunehmen, daß sie materieller Natur sind, und da bei ihrer Annäherung an die Sonne sich Ausströmungen, Hüllen und Schweife entwickeln, ist wol vorauszusetzen, daß durch die Sonne Kräfte frei werden, welche bei großer Entfernung des Kometen von der Sonne gebunden sind und die wahrgenommenen starken Aenderungen im Ansehen des Kerns, der Hüllen und des Schweifs verursachen. Bessel nimmt dafür polare Kräfte an, die bei einigen Kometen pendelartige Schwingungen des Schweifs hervorbringen, und es ist berechnet worden, daß solche Kräfte auch die Ursache sein können für die nach jedem Umlaufe eintretende schnellere Wiederkehr eines Kometen zum Perihel, welche Ende bei dem nach ihm benannten Kometen von kurzer Umlaufszeit — die Beschleunigung ist bei jedem folgenden Umlaufe fast drei Stunden — gefunden hat und die er, einer Ansicht von Olbers folgend, einem widerstehenden materiellen Mittel im Weltraum zuschreibt.

Die Uebereinstimmung der Bahnen der Sternschnuppenschwärme mit etlichen Kometenbahnen haben die Veranlassung gegeben, diese Schwärme als werdende Kometen oder als die Trümmer sich auflösender Kometen anzunehmen. Da man aber von den Sternschnuppen nachgewiesen hat, daß sie, trotzdem ihre Anzahl viele Millionen erreicht, doch in großen Entfernungen (10 bis 20 Meilen) voneinander sich befinden, ist es nicht gut begreiflich, wie diese kleinen Massen miteinander noch im Zusammenhang stehen und sich gegenseitig anziehen können, denn nur dadurch würde das Bilden und das Verschwinden des Schweifs u. s. w. erklärlich sein.

Die in neuester Zeit mit so gutem Erfolg auf die Himmelskörper angewandte Spectralanalyse zeigt in dem Spectrum, welches man von den Kometen erhält, drei breite helle Banden, wovon die mittlere sehr nahe mit einer Magnesiumlinie zusammenfällt. Das Spectrum der Kometen hat auch große Aehnlichkeit mit dem des Wasserstoffs, weshalb man glaubt, daß diese Substanz das Selbstleuchten einiger Kometen verursacht. Die drei hellen Banden sind durch vollkommen dunkle Zwischenräume getrennt, und da dies Spectrum nur von dem Kern des Kometen herkommen kann, weil die Umhüllung zu schwach, ist die Substanz desselben vielleicht glühendes Kohlengas, welches gleichliegende Banden zeigt.

Der Annahme, daß die Hauptmasse der Kometen aus durch kleine Zwischenräume voneinander entfernten kleinen, festen Körpern bestehe, ähnlich wie eine Staub- oder Rauchwolke aus kleinen, festen Partikelchen zusammengesetzt ist, und daß die flüchtigen Bestandtheile dieser kleinen Körper, wenn der Komet sich der Sonne genugsam nähert, sich ganz oder theilweise verflüchtigen, in Dampf aufgehen, weißglühend werden und so die übrigen festen Theile vorübergehend in eine selbstleuchtende Wolke glühenden Dampfes, den Kometenkern, einhüllen, steht nichts entgegen.

In dem folgenden Verzeichniß sind zunächst die sichersten Elemente aller berechneten Kometen zusammengestellt; die Elemente der periodischen sind darin enthalten, und aus der Vergleichung für verschiedene Zeiten ersieht man die Veränderung der Elemente durch die Störungen, auf die wir in dem Abschnitt „Die physische Astronomie" zurückkommen.

Die wiedergekehrten periodischen Kometen sind:

Nr. 19,	der Halley'sche,	Nr. 189,	der d'Arrest'sche,
„ 96,	der Enke'sche,	„ 131,	der Winnecke'sche,
„ 84,	der Biela'sche,	„ 163,	der Faye'sche,
„ 171,	der Brorsen'sche,	„ 102,	der Tuttle'sche.

Bei der großen Mehrzahl der Kometen ist es nicht möglich gewesen, eine Umlaufszeit zu ermitteln; erst durch ihr Wiedererscheinen und durch genauere Bahnbestimmungen kann nachgewiesen werden, daß dieselben schon von Erdenbewohnern wahrgenommen worden sind.

In dem Verzeichniß enthält die erste Columne die laufende Nummer, entsprechend dem Olbers'schen Kometenverzeichniß. Um einmal angenommene Nummern nicht zu ändern, sind einzelne ältere Kometen, deren Bahnbestimmung in neuester Zeit noch möglich gewesen ist, mit der vorhergehenden Nummer und einem Buchstaben eingeschaltet. In Columne 2 ist die Zeit des Durchgangs durch das Perihel (nach welchem die Kometen auch mit der Jahreszahl und den römischen Ziffern I, II, III u. s. w. bezeichnet werden), in Columne 3 die Länge des Perihels, in Columne 4 die Länge des aufsteigenden Knotens, in Columne 5 die Neigung, alle drei Größen auf Zehntelgrade abgerundet, gegeben. Columne 6 enthält die Periheldistanz auf drei Decimalen, Columne 7 bei elliptischen Bahnen die halbe große Achse, Columne 8 die entsprechende Umlaufszeit, Columne 9 die Excentricität. In der zehnten Columne ist die Richtung der Bewegung des Kometen, ob er rechtläufig, wie die Planeten, oder rückläufig, d. h. im entgegengesetzten Sinne sich um die Sonne bewegt, und in der letzten Columne ist der Name des ersten Entdeckers (zwei sind aufgeführt, wenn beide den Kometen in derselben Nacht fanden) derjenigen Kometen, welche als neue, meist telescopisch, aufgefunden und nicht vorausberechnet waren, aufgeführt.

Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihel-distanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
B. Chr. Alter Stil.									
371 Winter	150—210°	270—330°	über 30°	klein				R	
137 April 29	230	220	20	1.010				R	
69 Juli	315	165	70	0.79				D	
12 October 8.8	280	28	10	0.583				R	
N. Chr.									
66 Januar 14.2	325.0	32.7	40.5	0.445				R	
141 März 29.1	251.9	12.8	17.0	0.720				R	
240 November 10.0	271.0	189.0	44.0	0.372				D	
539 October 20.6	313.5	58 oder 238°	10.0	0.341				D	
565 Juli 14.5	80.0	159.5	59.0	0.832				R	
568 August 29.3	318.6	294.2	4.1	0.907				D	
574 April 7.3	143.6	128.3	46.5	0.963				D	
770 Juni 6.6	2.1	88.9	59.5	0.603				R	
837 März 1.0	289.0	206.5	10 oder 12°	0.580				R	
961 December 30.2	268.0	350.6	79.5	0.552				R	
989 September 12.0	264.0	84.0	17.0	0.568				R	
1066 April 1.0	264.9	25.8	17.0	0.720				R	
1092 Februar 15.0	156.3	125.7	28.9	0.928				D	
1097 September 21.9	332.5	207.5	73.3	0.738				D	
1231 Januar 30.3	134.8	13.5	6.1	0.948				D	
1264 Juli 19.8	300.5	140.9	16.5	0.825				D	
1299 März 31.3	3.3	107.1	68.9	0.318				R	
1301 October 24.0	312.0	148.0	13.0	0.640				R	
1337 Juni 15.1	2.3	93.0	40.5	0.828				R	
1351 November 26.5	69.0	unbestimmt	unbestimmt	1.00				D	
1362 März 2.3	227.0	237.0	32.0	0.470				R	
1366 October 13.0	66.0	212.0	6.0	0.958					
1378 November 8.8	299.5	47.3	17.9	0.583				R	
1385 October 16.3	101.8	268.5	52.2	0.774				R	
1433 November 4.4	281.0	133.8	79.0	0.339				R	
1456 Juni 8.9	301.0	48.5	17.9	0.586				R	
1457 September 3.7	92.8	256.1	20.3	2.103				D	
1468 October 7.4	356.0	61.2	44.3	0.853				R	
1472 Februar 28.2	48.0	207.5	1.9	0.565				R	Regiomontanus
1490 December 24.5	58.7	288.7	51.6	0.738				D	
1491 Januar 4.9	113.0	268.0	75.0	0.755				R	
1506 September 3.7	250.6	132.8	45.0	0.386				R	
1531 August 25.8	301.2	45.5	17.0	0.580	17.75	75.0	0.967	R	Apianus
1532 October 18.3	111.8	87.4	32.6	0.519				D	Fracastor
1533 Juni 14.9	217.7	299.3	28.2	0.327				D	
1556 April 22.9	276.1	175.2	32.4	0.491				D	
1558 August 10.5	329.8	332.6	73.5	0.577				R	
1577 October 27.0	139.7	25.3	75.2	0.177				R	Tycho
1580 November 28.5	168.4	19.1	64.6	0.602				D	Möstlin
1582 Mai 6.4	256.3	229.3	60.8	0.168				R	Tycho
Neuer Stil.									
1585 October 8.0	9.1	37.7	6.1	1.095				D	Wilhelm IV. von Hessen
1590 Februar 8.0	218.0	165.6	29.5	0.568				R	Tycho
1593 Juli 18.6	176.3	164.2	88.0	0.089				D	Ripenfis
1596 Juli 25.2	270.9	330.3	52.0	0.567				R	
1607 October 26.7	301.6	48.7	17.2	0.588				R	Harriot
1618 August 17.1	318.3	293.4	21.5	0.513				D	Kepler
1618 November 8.4	3.1	75.7	37.2	0.390				D	Kirch
1652 November 12.7	28.3	88.2	79.5	0.847				D	Hevel
1661 Januar 26.9	115.3	81.9	33.0	0.443				D	Hevel
1664 December 4.5	130.7	81.3	21.3	1.026				R	
1665 April 24.2	71.9	228.0	76.1	0.106				R	Hevel
1668 Februar 28.8	277.0	357.3	36.0	0.005				R	Aegidius
1672 März 1.4	47.0	297.5	83.4	0.697				D	
1677 Mai 6.0	137.6	236.8	79.1	0.281				R	Hevel
1678 August 18.7	322.8	163.3	2.9	1.145	3.070	5.38	0.627	D	Lahire
1680 December 18.0	262.8	272.2	60.7	0.006	426.7	88.1	1.000	D	Kirch
1682 September 14.8	301.9	51.2	17.7	0.583	18.17	77.5	0.968	R	
1683 Juli 12.7	86.5	173.3	83.8	0.553	33.03	190	0.983	R	Flamsteed
1684 Juni 8.4	238.9	268.2	65.8	0.960				D	Bianchini
1686 September 16.6	77.0	350.6	31.4	0.325				D	
1689 November 29.2	269.7	90.4	59.1	0.019				R	Richaud
1695 November 9.7	60.0	216.0	22.0	0.844				D	Jacob
1698 October 18.7	270.9	267.7	11.8	0.691				R	Lahire
1699 Januar 13.4	212.5	321.8	69.3	0.744				R	de Fontenay
1701 October 17.4	133.7	298.7	41.6	0.593				R	Pallu
1702 März 13.6	138.8	189.0	4.4	0.647				D	Bianchini
1706 Januar 30.2	72.6	13.2	55.2	0.427				D	Cassini
1707 December 12.0	79.9	52.8	88.6	0.860				D	Manfredi
1718 Januar 14.9	121.7	127.9	31.1	1.025				R	Kirch
1723 September 27.6	42.9	14.2	50.0	0.999				R	
1729 Juni 12.8	320.5	310.6	77.1	4.043				D	P. Sarabat
1737 Januar 30.4	325.9	226.4	18.3	0.223				D	
1737 Juni 8.2	262.6	123.9	39.2	0.867				D	
1739 Juni 17.4	102.6	207.4	55.7	0.674				R	Zanotti
1742 Februar 8.6	216.7	185.2	67.5	0.770				R	Grant
1743 Januar 10.9	93.0	67.5	2.3	0.838				D	Grischow
1743 September 20.9	246.6	5.3	45.8	0.522				R	Klinkenberg
1744 März 1.3	197.2	45.8	47.3	0.222				D	Klinkenberg
1747 März 3.3	277.0	147.3	79.1	2.199				R	Cöseaux
1748 April 28.8	215.4	232.9	85.5	0.840				R	
1748 Juni 18.9	278.8	33.1	67.1	0.635				D	Klinkenberg
1757 October 21.4	122.6	214.1	12.7	0.339				D	Bradley
1758 Juni 11.1	267.6	230.8	68.3	0.215				D	de la Rue
1759 März 12.6	303.2	53.8	17.6	0.585	18.09	76.9	0.968	R	Palitzsch
1759 November 27.1	53.4	139.7	79.0	0.799				D	Messier
1759 December 16.5	139.1	79.3	4.7	0.969				R	
1762 Mai 28.3	104.0	348.6	85.6	1.009				D	Klingenberg

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Periheels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Periheldistanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
76	1763 November 1.9	85°.0	356°.3	72°.6	0.498	109.0	1137	0.995	D	Messier
77	1764 Februar 12.6	15.2	120.1	52.9	0.555				R	Messier
78	1766 Februar 17.4	143.3	244.2	40.8	0.505				D	Messier
79	1766 April 27.0	251.2	74.2	8.0	0.399	2.934	5.025	0.864	D	Helfenzrieder
80	1769 October 7.6	144.2	175.1	40.8	0.123	63.46	2090	0.999	D	Messier
81	1770 August 13.5	356.3	132.0	1.6	0.674	3.163	6.626	0.786	D	Messier
82	1770 November 22.2	208.4	108.7	31.4	0.528				R	
83	1771 April 19.2	104.1	27.9	11.3	0.903			1.009	D	Messier
84	1772 Februar 8.0	97.4	263.4	17.6	0.912	2.822	4.741	0.677	D	Montaigne
85	1773 September 5.6	75.2	121.1	61.2	1.127				D	Messier
86	1774 August 15.8	317.5	180.7	83.3	1.433			1.028	D	Montaigne
87	1779 Januar 4.1	87.2	25.1	32.5	0.713				D	Messier
88	1780 September 30.8	246.4	124.2	53.8	0.099				R	Messier
89	1780 November 28.9	246.9	141.0	72.1	0.515				R	Montaigne und Olbers
90	1781 Juli 7.2	239.2	83.0	81.7	0.776				D	Méchain
91	1781 November 29.5	16.1	77.4	27.2	0.961				R	Méchain
92	1783 November 19.9	50.3	55.7	45.1	1.459	3.260	5.888	0.552	D	Pigott
93	1784 Januar 21.2	80.7	56.8	51.2	0.708				R	de la Nux
94	1785 Januar 27.3	109.9	264.2	70.2	1.143				D	Messier und Méchain
95	1785 April 8.4	297.5	64.6	87.5	0.497				R	Méchain
96	1786 Januar 30.9	156.6	334.1	13.6	0.335	2.208	3.281	0.848	D	Méchain
97	1786 Juli 8.6	158.6	195.4	51.0	0.394				D	Caroline Herschel
98	1787 Mai 10.8	7.7	106.9	48.3	0.349				R	Méchain
99	1788 November 10.3	99.1	156.9	12.5	1.063				R	Messier
100	1788 November 20.3	22.8	352.4	64.5	0.757				D	Caroline Herschel
101	1790 Januar 16.8	58.4	172.8	29.7	0.747				R	Caroline Herschel
102	1790 Januar 28.3	111.7	267.1	57.0	1.063				D	Méchain
103	1790 Mai 20.5	275.0	85.2	63.6	0.791				R	Caroline Herschel
104	1792 Januar 13.5	36.3	190.7	39.8	1.293				R	Caroline Herschel
105	1792 December 27.3	135.9	283.2	49.1	0.967				R	Gregory
106	1793 November 4.8	228.7	108.5	60.3	0.403				R	Messier
107	1793 November 19.5	71.6	2.3	51.9	1.504				D	Pervy
(96)	1795 December 21.4	156.7	334.7	13.7	0.334	2.213	3.292	0.849	D	Caroline Herschel
108	1796 April 2.8	192.7	17.0	64.9	1.578				R	Olbers
109	1797 Juli 9.1	49.6	329.3	50.6	0.525				R	Bouvard, K. Herschel u. Lee
110	1798 April 4.5	105.1	122.2	43.7	0.485				D	Messier
111	1798 December 31.6	34.5	249.5	42.4	0.780				R	Bouvard
112	1799 September 7.2	3.7	99.5	51.0	0.840				R	Méchain
113	1799 December 25.9	190.3	326.8	77.0	0.626				R	Méchain
114	1801 August 8.6	183.8	44.5	21.3	0.262				R	Pons und Messier
115	1802 September 9.9	332.2	310.3	57.0	1.094				D	Pons
116	1804 Februar 13.6	149.1	176.9	56.9	1.075				D	Pons
(96)	1805 November 21.5	156.8	334.3	13.6	0.340	2.213	3.292	0.846	D	Bouvard, Pons und Hall
(84)	1806 Januar 2.0	109.5	251.3	13.6	0.907	3.567	6.737	0.746	D	Pons
117	1806 December 28.9	97.1	329.4	35.0	1.092			1.010	R	Pons
118	1807 September 18.7	270.9	266.8	63.2	0.646	143.2	1714	0.995	D	Paris
119	1808 Mai 13.0	69.2	323.0	45.7	0.390				R	Pons
120	1808 Juli 12.2	252.6	24.2	39.3	0.608				R	Pons
121	1810 September 29.1	52.7	310.4	61.2	0.976				D	Pons
122	1811 September 12.3	75.0	140.4	73.0	1.035	211.0	3069	0.995	R	Flaugergues
123	1811 November 11.0	47.5	93.0	31.3	1.582	91.51	875	0.983	D	Pons
124	1812 September 15.3	92.3	253.0	74.0	0.777	17.09	71	0.955	D	Pons
125	1813 März 4.5	69.9	60.8	21.2	0.699				R	Pons
126	1813 Mai 19.5	197.6	42.7	31.1	1.215				R	Pons
127	1815 April 26.0	149.0	83.5	44.5	1.213	17.63	74	0.931	D	Olbers
127a	1816 März 1.4	267.6	323.2	43.1	0.049				D	Pons
127b	1818 Februar 7.4	95.1	250.1	20.0	0.733				D	Pons
128	1818 Februar 26.0	182.8	70.4	89.7	1.198				D	Pons
129	1818 December 5.0	101.8	90.0	63.0	0.855			1.012	R	Pons
(96)	1819 Januar 27.3	157.0	334.6	13.6	0.335	2.214	3.295	0.849	D	Pons
130	1819 Juni 27.7	287.1	273.7	80.8	0.341				D	Trulles
131	1819 Juli 18.9	274.7	113.2	10.7	0.774	3.160	5.618	0.755	D	Pons
132	1819 November 20.3	67.3	77.2	9.0	0.893	2.849	4.810	0.687	D	Blanpain und Pons
133	1821 März 21.5	239.5	48.7	73.6	0.092				R	Nicollet und Pons
134	1822 Mai 5.6	192.7	177.4	53.6	0.504				R	Gambart
(96)	1822 Mai 24.0	157.2	334.4	13.3	0.346	2.224	3.318	0.844	D	
135	1822 Juli 16.0	319.9	97.9	37.7	0.846				D	Pons
136	1822 October 23.8	271.7	92.7	52.7	1.145	309.7	5449	0.996	R	Pons
137	1823 December 9.5	274.6	303.0	76.2	0.226				R	Köhler
138	1824 Juli 11.5	260.3	234.3	54.6	0.591				R	Rümker
139	1824 September 29.1	4.5	279.3	54.6	1.050				D	Schiffauer
140	1825 Mai 30.6	273.9	20.1	56.7	0.890				R	Gambart
141	1825 August 18.4	9.8	193.1	88.5	0.883				D	Pons
(96)	1825 September 16.3	157.2	334.5	13.4	0.345	2.223	3.315	0.845	D	
142	1825 December 10.7	316.8	315.7	33.5	1.241	267.9	4386	0.995	D	Pons
(84)	1826 März 18.4	109.8	251.5	13.6	0.903	3.561	6.720	0.747	D	Biela
143	1826 April 21.9	117.0	197.6	40.0	2.008				D	Pons
144	1826 April 29.0	35.8	40.5	5.3	0.188				R	Flaugergues
145	1826 October 9.0	57.8	44.1	26.0	0.853				D	Pons
146	1826 November 18.8	315.5	235.1	89.2	0.027				R	Pons
147	1827 Februar 4.9	33.5	184.5	77.6	0.507				R	Pons
148	1827 Juni 7.8	297.5	318.2	43.6	0.808				R	Pons und Gambart
149	1827 September 11.7	251.0	149.7	54.1	0.138	189.6	2611	0.999	R	Pons
(96)	1829 Januar 9.8	157.3	334.5	13.3	0.346	2.224	3.316	0.845	D	
150	1830 April 9.3	212.2	206.4	21.3	0.921				D	d'Abbadie
151	1830 December 27.7	311.0	337.9	44.8	0.126				R	Herapath
(96)	1832 Mai 4.0	157.4	334.5	13.4	0.343	2.222	3.312	0.845	D	
152	1832 September 25.5	227.9	72.4	43.3	1.184				D	Gambart
(84)	1832 November 26.1	109.9	248.2	13.2	0.879	3.537	6.652	0.751	D	
153	1833 September 10.2	222.9	323.2	7.3	0.459				D	Dunlop
154	1834 April 2.7	276.6	226.8	5.9	0.515				D	Gambart
155	1835 März 27.6	207.7	58.3	9.1	2.041				R	Boguslawski
(96)	1835 August 26.4	157.4	334.6	13.4	0.344	2.223	3.314	0.845	D	
(19)	1835 November 15.9	304.5	55.2	17.8	0.587	17.99	76.29	0.967	R	
(96)	1838 December 19.0	157.5	334.6	13.4	0.344	2.222	3.313	0.845	D	
156	1840 Januar 4.4	192.2	120.0	53.1	0.618			1.000	D	Galle

Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihelbistanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
1840 März 13.0	309°.3	236°.8	59°.2	1.221	577.1	13364	0.993	R	Galle
1840 April 2.5	324.2	186.0	79.9	0.748				D	Galle
1840 November 13.7	22.5	248.9	58.0	1.481	49.12	344	0.970	D	Bremiker
1842 April 12.0	157.5	334.7	13.3	0.345	2.223	3.314	0.845	D	
1842 December 16.0	327.3	207.8	73.6	0.504				R	Laugier
1843 Februar 27.4	278.7	1.2	35.7	0.066	65.71	533	1.000	R	
1843 Mai 6.0	281.5	157.2	52.7	1.616				D	Mauvais
1843 October 17.2	49.6	209.5	11.4	1.693	3.812	7.442	0.556	D	Faye
1844 September 2.5	342.5	63.8	9.9	1.186	3.100	5.455	0.617	D	de Vico
1844 October 17.4	180.4	31.7	48.6	0.855				R	Mauvais
1844 December 13.7	296.0	118.3	45.6	0.252			1.000	D	
1845 Januar 8.2	91.3	336.7	46.8	0.905				D	d'Arrest
1845 April 21.0	152.6	347.1	56.4	1.255				D	de Vico
1845 Juni 5.7	262.0	337.8	48.7	0.402	39.66	249.8	0.990	R	Colla
1845 August 9.6	157.7	334.3	13.1	0.338	2.216	3.300	0.847	D	
1846 Januar 22.4	89.1	111.1	47.4	1.481	194.9	2721	0.992	D	
1846 Februar 11.0	109.0	245.9	12.6	0.856	3.520	6.603	0.757	D	de Vico
1846 Februar 11.4	109.0	245.9	12.6	0.856	3.519	6.601	0.757	D	
1846 Februar 25.4	116.5	102.7	30.9	0.650	3.146	5.581	0.793	D	Brorsen
1846 März 5.6	90.5	77.6	85.1	0.664	17.58	73.7	0.962	D	de Vico
1846 Mai 27.9	82.5	161.3	57.6	1.376				R	de Vico und Hind
1846 Juni 1.1	239.8	240.2	31.0	1.538	6.321	15.89	0.757	D	C. H. F. Peters
1846 Juni 5.5	162.1	261.9	29.3	0.634	62.99	500	0.990	R	Brorsen
1846 October 29.9	98.8	4.6	49.7	0.829	123	1080	0.993	D	de Vico
1847 März 30.3	276.0	21.7	43.6	0.043	489	10918	1.000	D	Hind
1847 Juni 4.7	141.6	174.0	79.6	2.115				R	Colla
1847 August 9.4	246.7	338.3	83.5	1.767			0.999	R	Mauvais
1847 August 9.4	21.3	78.7	32.6	1.485				R	Schweizer
1847 September 9.5	79.2	309.8	19.1	0.488	17.8	75	0.973	D	Brorsen
1847 November 14.4	274.2	196.8	71.8	0.379			1.000	R	Miß Mitchell
1848 September 8.1	310.6	211.5	84.4	0.320				R	Petersen
1848 November 26.1	157.8	334.4	13.1	0.337	2.215	3.296	0.848	D	
1849 Januar 19.4	63.2	215.2	85.0	0.960				D	Petersen
1849 Mai 26.5	235.7	202.5	67.2	1.159				D	Goujon
1849 Juni 8.2	267.1	30.5	66.9	0.894	412	8375	0.998	D	Schweizer
1850 Juli 23.5	273.4	92.9	68.2	1.081	940	28800	0.999	D	Petersen
1850 October 19.3	89.2	206.0	40.1	0.365				D	Bond
1851 April 1.8	49.7	209.5	11.4	1.700	3.819	7.462	0.555	D	
1851 Juli 8.7	329.9	148.4	13.9	1.173	3.444	6.390	0.659	D	d'Arrest
1851 August 26.2	311.0	223.7	38.2	0.984	313	5550	0.997	D	Brorsen
1851 September 30.8	338.8	44.4	74.0	0.141				D	Brorsen
1852 März 14.7	157.9	334.4	13.1	0.337	2.215	3.297	0.848	D	
1852 April 20.6	278.7	317.5	49.4	0.913				D	Chacornac
1852 September 23.7	109.1	245.9	12.6	0.861	3.526	6.621	0.756	D	
1852 September 23.1	109.1	245.9	12.6	0.861	3.525	6.619	0.756	D	
1852 October 12.8	43.2	346.2	40.9	1.259	15.44	60.7	0.919	D	Westphal
1853 Februar 24.0	153.7	69.6	20.3	1.092				R	Secchi
1853 Mai 9.8	201.7	41.0	57.8	0.569	65.1	785	0.989	R	Schweizer
1853 September 1.7	310.9	140.5	61.5	0.307				D	Klinkerfues
1853 October 16.6	302.2	220.1	61.0	0.173			1.001	R	Bruhns
1854 Januar 3.9	86.1	227.0	65.1	2.045				R	van Arsdale
1854 März 24.0	213.8	315.5	82.5	0.277				R	
1854 Juni 22.0	273.1	347.7	71.3	0.648				R	Klinkerfues
1854 October 27.5	94.4	324.5	40.9	0.799	119.6	1309	0.993	D	Klinkerfues
1854 December 15.7	165.2	238.1	14.1	1.358	99.8	997	0.986	D	Winnecke und Dien
1855 Februar 5.1	296.6	189.7	34.4	2.194	63	500	0.965	R	Schweizer
1855 Mai 30.2	237.7	260.3	23.1	0.567				R	Donati
1855 Juli 1.2	157.9	334.4	13.1	0.337	2.215	3.295	0.848	D	
1855 November 25.4	86.0	51.6	10.9	1.231				R	Bruhns
1857 März 21.4	74.7	313.9	87.9	0.772				D	d'Arrest
1857 März 29.2	115.7	101.8	29.8	0.621	3.139	5.562	0.802	D	Bruhns
1857 Juli 18.0	249.6	23.7	59.0	0.367	367	7040	0.999	R	Klinkerfues
1857 August 24.0	21.8	200.8	52.8	0.747	38.05	235	0.980	D	C. H. F. Peters
1857 September 30.9	230.1	15.0	56.1	0.563	142	2463	0.997	R	Klinkerfues
1857 November 19.1	44.2	139.3	37.8	1.009	335	6143	0.997	R	Donati und van Arsdale
1857 November 28.2	323.1	148.5	13.9	1.170	3.440	6.389	0.660	D	
1858 Februar 23.5	113.9	269.1	54.4	1.025	5.726	13.70	0.821	D	Tuttle
1858 Mai 2.0	275.7	113.6	10.8	0.769	3.139	5.560	0.755	D	Winnecke
1858 Mai 2.3	196.0	170.7	23.0	1.210				D	Tuttle
1858 Juni 5.3	226.1	325.0	80.0	0.554				R	Bruhns
1858 September 12.9	49.8	209.7	11.4	1.694	3.813	7.445	0.556	D	
1858 September 30.0	36.2	165.3	63.0	0.578	152.3	1880	0.996	R	Donati
1858 October 12.8	4.2	159.8	21.3	1.427	330	6000	0.996	R	Tuttle
1858 October 18.4	158.0	334.5	13.1	0.341	2.218	3.304	0.846	D	
1859 Mai 29.2	75.3	357.3	84.5	0.201				R	Tempel
1860 Februar 16.7	173.8	324.1	79.6	1.197				D	Liais
1860 März 5.6	50.1	8.8	48.2	1.307				D	Römer
1860 Juni 16.1	161.5	84.7	79.3	0.293				D	
1860 September 28.3	112.0	104.2	28.2	0.954				R	Tempel
1861 Juni 3.4	243.4	29.9	79.8	0.921	55.68	415	0.983	D	Thatcher
1861 Juni 11.5	249.1	219.0	83.4	0.822	56.1	420	0.985	D	Tebbutt
1861 December 7.2	173.5	145.1	42.0	0.839				R	Tuttle
1862 Februar 6.2	158.0	334.5	13.1	0.340	2.217	3.302	0.847	D	
1862 Juni 22.0	299.3	326.5	7.9	0.981				R	Schmidt und Tempel
1862 August 22.9	344.7	137.4	66.4	0.963	24.85	124	0.961	R	Tuttle
1862 December 28.2	125.2	255.7	42.4	0.803				R	Respighi
1863 Februar 3.5	191.4	116.9	85.4	0.795				D	Bruhns
1863 April 4.9	247.3	251.3	67.4	1.068				R	Klinkerfues
1863 April 20.9	305.8	250.2	85.5	0.629				D	Respighi
1863 November 9.5	94.7	97.5	78.1	0.707				D	Tempel
1863 December 27.8	60.4	304.7	64.5	0.772				D	Respighi
1863 December 29.2	183.1	105.0	83.3	1.313				D	Bäker
1864 Juli 27.7	185.5	174.9	45.0	0.664				R	Donati
1864 August 15.6	304.2	95.2	1.9	0.909				R	Tempel
1864 October 11.3	159.5	31.7	70.2	0.934				R	Donati und Toussaint
1864 December 22.5	231.7	205.2	43.9	0.771				D	Bäker

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihel-distanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
76	1763 November 1,9	85°,0	356°,3	72°,6	0,498	109,0	1137	0,995	D	Messier
77	1764 Februar 12,6	15,2	120,1	52,9	0,555				R	Messier
78	1766 Februar 17,4	143,3	244,2	40,8	0,505				R	Messier
79	1766 April 27,0	251,2	74,2	8,0	0,399	2,934	5,025	0,864	D	Helfenzrieder
80	1769 October 7,6	144,2	175,1	40,8	0,123	63,46	2090	0,999	D	Messier
81	1770 August 13,5	356,3	132,0	1,6	0,674	3,163	6,626	0,786	D	Messier
82	1770 November 22,2	208,4	108,7	31,4	0,528				R	
83	1771 April 19,2	101,1	27,9	11,3	0,903			1,009	D	Messier
84	1772 Februar 8,0	97,4	263,4	17,6	0,912	2,822	4,741	0,677	D	Montaigne
85	1773 September 5,6	75,2	121,1	61,2	1,127				D	Messier
86	1774 August 15,8	317,5	180,7	83,3	1,433			1,028	D	Montaigne
87	1779 Januar 4,1	87,2	25,1	32,5	0,713				D	Messier
88	1780 September 30,8	246,4	124,2	53,8	0,099				R	Messier
89	1780 November 28,9	246,9	141,0	72,1	0,515				R	Montaigne und Olbers
90	1781 Juli 7,2	239,2	83,0	81,7	0,776				D	Méchain
91	1781 November 29,5	16,1	77,4	27,2	0,961				R	Méchain
92	1783 November 19,9	50,3	55,7	45,1	1,459	3,260	5,888	0,552	D	Pigott
93	1784 Januar 21,2	80,7	56,8	51,2	0,708				R	de la Nux
94	1785 Januar 27,3	109,9	264,2	70,2	1,143				D	Messier und Méchain
95	1785 April 8,4	237,5	64,6	87,5	0,427				R	Méchain
96	1786 Januar 30,9	156,6	334,1	13,6	0,335	2,208	3,281	0,848	D	Méchain
97	1786 Juli 8,6	158,6	195,4	51,0	0,394				D	Caroline Herschel
98	1787 Mai 10,8	7,7	106,9	48,3	0,349				R	Méchain
99	1788 November 10,3	99,1	156,9	12,5	1,063				R	Messier
100	1788 November 20,3	22,8	352,4	64,5	0,757				D	Caroline Herschel
101	1790 Januar 16,8	58,4	172,8	29,7	0,747				R	Caroline Herschel
102	1790 Januar 28,3	111,7	267,1	57,0	1,063				D	Méchain
103	1790 Mai 20,5	275,0	35,2	63,6	0,791				R	Caroline Herschel
104	1792 Januar 13,5	36,3	190,7	39,8	1,293				R	Caroline Herschel
105	1792 December 27,3	135,9	283,2	49,1	0,967				R	Gregory
106	1793 November 4,8	228,7	108,5	60,3	0,403				R	Messier
107	1793 November 19,5	71,6	2,3	51,9	1,504				D	Pernty
(96)	1795 December 21,4	156,7	334,7	13,7	0,334	2,213	3,292	0,849	D	Caroline Herschel
108	1796 April 2,8	192,7	17,0	64,9	1,578				R	Olbers
109	1797 Juli 9,1	49,6	329,3	50,6	0,525				R	Bouvard, K. Herschel u. Pons
110	1798 April 4,5	105,1	122,2	43,7	0,485				D	Messier
111	1798 December 31,6	34,5	249,5	42,4	0,780				R	Bouvard
112	1799 September 7,2	3,7	99,5	51,0	0,840				R	Méchain
113	1799 December 25,9	190,3	326,8	77,0	0,626				R	Méchain
114	1801 August 8,6	183,8	44,5	21,3	0,262				R	Pons und Messier
115	1802 September 9,9	332,2	310,3	57,9	1,094				D	Pons
116	1804 Februar 13,6	149,1	176,9	56,9	1,075				D	Pons
(96)	1805 November 21,5	156,8	334,3	13,6	0,340	2,213	3,292	0,846	D	Bouvard, Pons und Pons
(84)	1806 Januar 2,0	109,5	251,3	13,6	0,907	3,567	6,737	0,746	D	Pons
117	1806 December 28,9	97,1	322,4	35,0	1,082			1,010	R	Pons
118	1807 September 18,7	270,9	256,8	63,2	0,546	143,2	1714	0,995	D	Parisi
119	1808 Mai 13,0	69,2	323,0	45,7	0,390				R	Pons
120	1808 Juli 12,2	252,6	24,2	39,3	0,608				R	Pons
121	1810 September 29,1	52,7	310,4	61,2	0,976				D	Pons
122	1811 September 12,3	75,0	140,4	73,0	1,035	211,0	3069	0,995	R	Flaugergues
123	1811 November 11,0	47,5	93,0	31,3	1,582	91,51	875	0,983	D	Pons
124	1812 September 15,3	92,3	253,0	74,0	0,777	17,09	71	0,955	D	Pons
125	1813 März 4,5	69,9	60,8	21,2	0,699				R	Pons
126	1813 Mai 19,5	197,6	42,7	81,1	1,215				R	Pons
127	1815 April 26,0	149,0	83,5	44,5	1,213	17,63	74	0,931	D	Olbers
127a	1816 März 1,4	267,6	323,2	43,1	0,049				D	Pons
127b	1818 Februar 7,4	95,1	250,1	20,0	0,733				D	Pons
128	1818 Februar 26,0	152,8	70,4	89,7	1,198				D	Pons
129	1818 December 5,0	101,8	90,0	63,0	0,855			1,012	R	Pons
(96)	1819 Januar 27,3	157,0	334,6	13,6	0,335	2,214	3,295	0,849	D	Pons
130	1819 Juni 27,7	287,1	273,7	80,8	0,341				D	Tralles
131	1819 Juli 18,9	274,7	113,2	10,7	0,774	3,160	5,618	0,755	D	Pons
132	1819 November 20,3	67,3	77,2	9,0	0,893	2,849	4,810	0,687	D	Blanpain und Pons
133	1821 März 21,5	239,5	48,7	73,6	0,092				R	Nicollet und Pons
134	1822 Mai 5,6	192,7	177,4	53,6	0,504				R	Gambart
(96)	1822 Mai 24,0	157,2	334,4	13,3	0,346	2,224	3,318	0,844	D	
135	1822 Juli 16,0	219,9	97,9	37,7	0,846				R	Pons
136	1822 October 23,8	271,7	92,7	52,7	1,145	309,7	5449	0,996	R	Pons
137	1823 December 9,5	274,6	303,0	76,2	0,226				R	Köhler
138	1824 Juli 11,5	260,3	234,3	54,6	0,591				R	Rümker
139	1824 September 29,1	4,5	279,3	54,6	1,050				D	Schellbauer
140	1825 Mai 30,6	273,9	20,1	56,7	0,890				D	Gambart
141	1825 August 18,4	9,8	193,1	88,5	0,883				D	Pons
(96)	1825 September 16,3	157,2	334,5	13,4	0,345	2,223	3,315	0,845	D	
142	1825 December 10,7	318,8	215,7	33,5	1,241	267,9	4386	0,995	R	Pons
(84)	1826 März 18,4	109,8	251,5	13,6	0,903	3,561	6,720	0,747	D	Biela
143	1826 April 21,9	117,0	197,6	40,0	2,008				D	Pons
144	1826 April 29,0	35,8	40,5	5,3	0,188				R	Flaugergues
145	1826 October 9,0	57,8	44,1	26,0	0,853				D	Pons
146	1826 November 18,3	315,5	235,1	89,4	0,027				R	Pons
147	1827 Februar 4,9	33,5	184,5	77,6	0,507				R	Pons
148	1827 Juni 7,8	297,5	318,2	43,6	0,808				R	Pons und Gambart
149	1827 September 11,7	251,0	149,7	54,1	0,138	189,6	2611	0,999	R	Pons
(96)	1829 Januar 27,8	157,3	334,5	13,3	0,346	2,224	3,316	0,845	D	
150	1830 April 9,3	212,2	206,4	21,3	0,921				D	d'Abbadie
151	1830 December 27,7	311,0	337,9	44,8	0,126				R	Herapath
(96)	1832 Mai 4,0	157,4	334,5	13,4	0,343	2,222	3,312	0,845	D	
152	1832 September 25,5	227,9	72,4	43,8	1,184				R	Gambart
(84)	1832 November 26,1	109,9	248,2	13,2	0,879	3,537	6,652	0,751	D	
153	1833 September 10,2	222,9	323,2	7,3	0,459				D	Dunlop
154	1834 April 2,7	276,6	226,8	5,9	0,515				D	Gambart
155	1835 März 27,6	207,7	38,3	9,1	2,041				R	Boguslawski
(96)	1835 August 26,4	157,4	334,6	13,4	0,344	2,223	3,314	0,845	D	
(19)	1835 November 15,9	[illegible]	55,2	17,8	0,587	17,99	76,29	0,967	R	
(96)	1838 December 19,[illegible]	[illegible]	334,6	13,4	0,344	2,222	3,313	0,845	D	
156	1840 Januar 4,[illegible]	[illegible]	120,0	53,1	0,618			1,000	D	Galle

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihelistanz.	Halbe große Achse.	Unförmlichkeit in Sappen.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
157	1840 März 13.0	80°.3	236°.8	59°.2	1.221	577.1	13864	0.998	R	Galle
158	1840 April 2.5	324.2	186.0	79.9	0.748				D	Galle
159	1840 November 13.7	22.5	248.9	58.0	1.481	49.12	344	0.970	D	Bremiker
(96)	1842 April 12.0	157.5	334.7	13.3	0.345	2.223	3.314	0.845	D	
160	1843 December 16.0	327.3	207.8	73.6	0.504				R	Laugier
161	1843 Februar 27.4	278.7	1.2	35.7	0.006	65.71	533	1.000	R	
162	1843 Mai 6.0	281.5	157.2	52.7	1.616				D	Mauvais
163	1843 October 17.2	49.6	209.5	11.4	1.692	3.812	7.442	0.556	D	Faye
164	1844 September 2.5	342.5	63.8	2.9	1.186	3.100	5.459	0.617	D	de Vico
165	1844 October 17.4	190.4	31.7	48.6	0.855				R	Mauvais
166	1844 December 13.7	296.0	118.3	45.6	0.252			1.000	D	
167	1845 Januar 8.2	91.3	336.7	46.8	0.905				D	d'Arrest
168	1845 April 21.0	192.6	347.1	56.4	1.255				D	de Vico
169	1845 Juni 5.7	262.0	337.8	48.7	0.402	39.66	249.8	0.990	R	Colla
(96)	1845 August 9.6	157.7	334.3	13.1	0.338	2.216	3.300	0.847	D	
170	1846 Januar 22.1	89.1	111.1	47.4	1.481	194.9	2721	0.992	D	de Vico
(94) A	1846 Februar 11.0	109.0	245.9	12.6	0.856	3.520	6.603	0.757	D	
(94) B	1846 Februar 11.1	109.0	245.9	12.6	0.856	3.519	6.601	0.757	D	
171	1846 Februar 25.4	116.5	102.7	30.9	0.650	3.146	5.581	0.793	D	Brorsen
172	1846 März 5.6	90.5	77.6	85.1	0.664	17.58	73.7	0.962	D	de Vico
173	1846 Mai 27.9	82.5	161.3	57.6	1.376				R	de Vico und Hind
174	1846 Juni 1.1	239.8	260.2	31.0	1.538	6.321	15.89	0.757	R	C. H. F. Peters
175	1846 Juni 5.5	162.1	261.9	29.3	0.634	62.99	500	0.990	R	Brorsen
176	1846 October 29.9	98.8	4.6	49.7	0.829	123	1390	0.993	D	de Vico
177	1847 März 30.3	276.0	21.7	48.6	0.043	489	10818	1.000	D	Hind
178	1847 Juni 4.7	141.6	174.0	79.6	2.115				R	Colla
179	1847 August 9.4	246.7	338.3	83.5	1.767			0.999	R	Mauvais
180	1847 August 9.4	21.3	76.7	32.6	1.485				R	Schweizer
181	1847 September 9.5	79.2	309.8	19.1	0.488	17.8	75	0.973	D	Brorsen
182	1847 November 14.4	274.2	190.8	71.8	0.329			1.000	R	Miß Mitchell
183	1848 September 8.1	310.6	211.5	84.4	0.320				R	Petersen
(96)	1848 November 26.1	157.8	334.4	13.1	0.337	2.215	3.296	0.848	D	
184	1849 Januar 19.4	63.2	215.2	85.0	0.960				D	Petersen
185	1849 Mai 26.8	235.7	202.5	67.2	1.159				D	Goujon
186	1849 Juni 6.2	267.1	30.5	66.9	0.894	412	8375	0.998	D	Schweizer
187	1850 Juli 23.5	273.4	92.9	68.2	1.081	940	28800	0.999	D	Petersen
188	1850 October 19.3	89.2	206.0	40.1	0.565				D	Bond
(163)	1851 April 1.8	49.7	209.5	11.4	1.700	3.819	7.462	0.555	D	
189	1851 Juli 8.7	322.9	148.4	13.9	1.173	3.444	6.390	0.659	D	d'Arrest
190	1851 August 26.2	311.0	223.7	38.2	0.984	313	5550	0.997	D	Brorsen
191	1851 September 30.8	338.8	44.4	74.0	0.141				D	Brorsen
(96)	1852 März 14.7	157.9	334.4	13.1	0.337	2.215	3.297	0.848	D	
192	1852 April 20.6	276.7	317.5	49.2	0.913			1.053	R	Chacornac
(94) A	1852 September 23.7	109.1	245.9	12.6	0.861	3.526	6.621	0.756	D	
(94) B	1852 September 23.1	109.1	245.9	12.6	0.861	3.525	6.619	0.756	D	
193	1852 October 12.8	43.2	346.2	40.9	1.250	15.44	60.7	0.919	D	Westphal
194	1853 Februar 24.0	153.7	69.6	20.3	1.092				R	Secchi
195	1853 Mai 9.8	201.7	41.0	57.8	0.909	85.1	785	0.989	R	Schweizer
196	1853 September 1.7	310.9	140.5	61.5	0.307				D	Klinkerfues
197	1853 October 16.6	302.2	220.1	61.0	0.173			1.001	R	Bruhns
198	1854 Januar 3.9	56.1	227.0	66.1	2.045				D	van Arsdale
199	1854 März 24.0	213.8	315.5	82.5	0.277				R	
200	1854 Juni 22.0	273.1	347.7	71.3	0.648				R	Klinkerfues
201	1854 October 27.5	94.4	324.5	40.9	0.799	119.6	1309	0.993	D	Klinkerfues
202	1854 December 15.7	165.2	238.1	14.1	1.358	99.8	997	0.986	D	Winnecke und Dien
203	1855 Februar 5.1	226.6	189.7	51.4	2.194	63	500	0.965	R	Schweizer
204	1855 Mai 30.2	237.7	260.3	23.1	0.567				R	Donati
(96)	1855 Juli 1.2	157.9	334.4	13.1	0.337	2.215	3.295	0.848	D	
205	1855 November 25.4	86.0	51.6	10.9	1.231				R	Bruhns
206	1857 März 21.4	74.7	313.2	87.9	0.772				D	d'Arrest
(171)	1857 März 29.2	115.7	101.8	29.8	0.621	3.139	5.562	0.802	D	Bruhns
207	1857 Juli 18.0	249.6	23.7	59.0	0.367	367	7040	0.990	R	Klinkerfues
208	1857 August 24.0	21.8	200.8	32.8	0.747	38.05	235	0.980	D	C. H. F. Peters
209	1857 September 30.9	230.1	15.0	56.1	0.563	132	2463	0.997	R	Klinkerfues
210	1857 November 19.1	44.2	139.3	37.8	1.009	335	6143	0.997	R	Donati und van Arsdale
(189)	1857 November 28.2	323.1	148.5	13.9	1.170	3.440	6.380	0.660	D	
(102)	1858 Februar 23.5	115.9	269.1	54.4	1.025	5.726	13.70	0.821	D	Tuttle
(181)	1858 Mai 2.0	275.7	113.6	10.8	0.769	3.139	5.560	0.755	D	Winnecke
211	1858 Mai 2.3	196.0	170.7	23.0	1.210				D	Tuttle
212	1858 Juni 5.3	226.1	325.0	80.0	0.554				R	Bruhns
(163)	1858 September 12.9	49.8	209.7	11.4	1.694	3.813	7.445	0.556	D	
213	1858 September 30.0	36.2	165.3	63.0	0.578	152.3	1880	0.996	R	Donati
214	1858 October 12.8	4.7	159.8	21.3	1.427	330	6000	0.996	R	Tuttle
(96)	1858 October 18.4	158.0	334.5	13.1	0.341	2.218	3.304	0.846	D	
215	1859 Mai 29.2	75.3	357.3	84.5	0.201				R	Tempel
216	1860 Februar 16.7	173.8	324.1	79.6	1.197				D	Liais
217	1860 März 5.6	50.1	8.9	48.3	1.307				D	Rümker
218	1860 Juni 16.1	161.5	84.7	79.3	0.293				D	
219	1860 September 28.3	112.0	104.2	28.2	0.954				R	Tempel
220	1861 Juni 3.4	243.4	29.9	79.8	0.921	55.68	415	0.983	D	Thalcher
221	1861 Juni 11.5	249.1	279.0	85.4	0.822	56.1	420	0.985	D	Tebbutt
222	1861 December 7.2	173.5	145.1	42.0	0.839				D	Tuttle
(96)	1862 Februar 6.2	158.0	334.5	13.1	0.340	2.217	3.302	0.847	D	
223	1862 Juni 22.0	299.3	326.5	7.9	0.981				R	Schmidt und Tempel
224	1862 August 22.9	344.7	137.4	66.4	0.963	24.85	124	0.961	R	Tuttle
225	1862 December 28.2	125.3	355.7	42.4	0.803				R	Respighi
226	1863 Februar 3.5	191.4	116.9	85.4	0.795				D	Bruhns
227	1863 April 4.9	247.3	251.3	67.4	1.068				R	Klinkerfues
228	1863 April 20.9	305.8	250.2	85.5	0.629				D	Respighi
229	1863 November 9.5	94.7	97.5	78.1	0.707				D	Tempel
230	1863 December 27.8	60.4	304.7	64.5	0.772				D	Respighi
231	1863 December 29.2	183.1	105.0	83.3	1.313				D	Bäker
232	1864 Juli 27.7	185.5	174.9	45.0	0.664				R	Donati
233	1864 August 13.6	304.2	95.2	1.9	0.909				R	Tempel
234	1864 October 11.3	159.5	31.7	70.3	0.934				D	Donati und Toussaint
235	1864 December 22.5	231.7	203.2	43.9	0.771				D	Bäker

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihel-distanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
236	1864 December 27.7	162°.4	340°.9	17°.1	1.115				R	Bruhns
237	1865 Januar 14.3	141.3	253.1	87.5	0.026				R	
238	1866 Januar 11.2	60.5	231.4	17.3	0.577	10.32	33.18	0.905	R	Tempel
239	1867 Januar 19.9	75.9	78.6	18.2	1.574	10.42	33.62	0.849	D	Coggia
240	1867 Mai 23.8	236.0	101.2	6.4	1.174	3.173	5.652	0.862	D	Tempel
241	1867 November 7.0	276.4	65.0	83.4	0.330				R	Bäser
(171)	1868 April 17.4	116.0	101.2	29.4	0.625	3.110	5.484	0.808	D	
242	1868 Juni 26.0	287.1	53.7	48.2	0.582				R	Winnecke
(96)	1868 September 15.0	158.2	334.6	13.1	0.334	2.212	3.289	0.849	D	
(131)	1869 Juni 30.0	275.9	113.6	10.8	0.788	3.151	5.599	0.750	D	
243	1869 October 10.0	122.2	311.5	68.3	1.231				R	Tempel
244	1869 November 20.9	41.3	292.7	6.9	1.103				D	Tempel
245	1870 Juli 13.9	303.4	141.5	58.1	1.007				R	Winnecke
246	1870 September 2.2	18.0	12.9	80.7	1.817				R	Coggia
(139)	1870 September 23.6	318.7	146.4	15.7	1.250	3.507	6.57	0.635	D	
247	1870 December 19.9	4.1	94.7	32.7	0.389				R	Winnecke

Auf Taf. 7 sind einige Kometen dargestellt, Fig. 11 zeigt den schönen Donati'schen Kometen von 1858, wie er dem bloßen Auge am 5. October erschien, der Stern neben dem Kern ist Arktur oder α Bootis, der gekrümmte Hauptschweif wird um so breiter, je entfernter man vom Kern geht, aber auch um so schwächer; die beiden schwachen oben erwähnten Nebenschweife waren nur bei aufmerksamer Betrachtung zu erkennen.

Fig. 12 zeigt denselben Kometen im Fernrohr am 2. October; von dem kleinen glänzenden Kern ist die Ausstrahlung und um diese mehrere Lichtsectoren zu erkennen, durch den Schweif geht in der Mitte eine dunkle schwarze Linie, die den Schweif spaltet. Selbiger ist in der Nähe des Kerns noch an beiden Rändern nahe gleich hell und die Ungleichheit in der Helligkeit tritt erst entfernter vom Kern auf.

Fig. 13 stellt den Halley'schen Kometen, wie er am 28. October 1835 mit bloßem Auge gesehen wurde, dar; der Kern ist umgeben von einer Nebelhülle, der Schweif nahe überall gleich breit und schnell schwächer werdend, je mehr man sich vom Kern entfernt.

Fig. 14 zeigt den brillanten Kometen vom Jahre 1811, wie er am 10. September gezeichnet wurde, der Kern ist sehr hell und ziemlich groß, der Schweif hat glänzende Ränder und in der Mitte eine dunkle Linie, und breitet sich je entfernter vom Kern immer mehr und nach beiden Seiten gleichförmig aus, während er bei dem Kometen von 1858 an einer Seite convex, an der andern concav war.

e) Die Sternschnuppen, Meteorschwärme, Feuerkugeln.

Die Erscheinungen dieser Körper sind bekannt, und wer den Himmel nur einigermaßen aufmerksam beobachtet hat, wird oft auch das plötzlich an einer Stelle des Himmels erscheinende Aufblitzen eines Lichtschimmers, welcher mit großer Geschwindigkeit vertical oder in schräger Richtung vom Himmel zur Erde herabfällt, selten in umgekehrter Richtung, und nach wenigen Secunden in geringerer oder größerer Höhe verschwindet, wahrgenommen haben. In der Regel sieht man diese Erscheinungen abends oder nachts, und nur in einigen Fällen hat man bei bedecktem Himmel oder bei ganz heiterer Luft am Tage Meteore gesehen.

Sternschnuppen, Feuerkugeln, Aërolithen sind dem Anscheine nach ähnliche Körper, die sich nur durch ihre Größe, vielleicht auch etwas durch ihre chemische Zusammensetzung unterscheiden. Am zahlreichsten sind die Sternschnuppen, und die mittlere Höhe derselben wird zu etwa 15 Meilen angenommen, ihre Geschwindigkeit beträgt im Durchschnitt 6 Meilen in der Secunde, und schwankt zwischen 3 und 24 Meilen.

Aus der Häufigkeit, mit der man sie sieht, hat man geschlossen, daß innerhalb 24 Stunden sich auf unserer ganzen Erde für gewöhnlich nicht weniger als $7\frac{1}{2}$ Millionen zeigen, und ausnahmsweise ist die Zahl so groß gewesen, daß die Meteore wie Schneeflocken den ganzen Himmel durchzogen haben. Berühmt ist der Sternschnuppenfall, welchen am 12. November 1799 in Amerika Humboldt und Bonpland sahen und von dem ersterer constatirt hat, daß er gleichzeitig auf einem Flächenraum von 921000 Quadratmeilen wahrgenommen ist. Am 12. November 1833 fielen die Sternschnuppen wieder so dicht, daß nach einer Schätzung Arago's während drei Stunden an einem Beobachtungsorte wenigstens $\frac{1}{4}$ Million gesehen wurde. In der Nacht vom 13. auf den 14. November 1866 und 1867 wiederholten sich solche Sternschnuppenfälle, und die geahnte Periode von $33\frac{1}{3}$ Jahren der Wiederkehr des Sternschnuppenschwarms wurde dadurch vollständig sicher.

Aus der Wiederkehr der Erscheinung in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren hat man geschlossen, daß der Schwarm viele Millionen Meilen lang und eine Bahn haben muß, deren Perihel in die Nähe unserer Erde fällt und deren Aphel an die Uranusbahn hingeht; die Bahn dieses Schwarms ist also eine langgestreckte Ellipse. Da der Punkt am Himmel, aus welchem die einzelnen Sternschnuppen herzukommen schienen, im Sternbilde des Löwen liegt, hat man diesen Schwarm die Leoniden genannt. Ein anderer Schwarm, den wir im August, am 10., sehen und der aus dem Sternbilde des Perseus kommt, heißt die Perseiden, und nach der Rechnung muß dieser Schwarm 2300 Mill. Meilen Länge und 1 Mill. Meilen Breite haben. Andere Schwärme sind im April und andern Monaten sichtbar und höchstwahrscheinlich sind eine große Menge solcher Schwärme in unserm Sonnensystem vorhanden.

Da die Bahnen, welche man berechnete, mit den Bahnen einzelner Kometen, z. B. die des Novemberschwarms mit dem Kometen I 1866, die des Augustschwarms mit dem Kometen III 1862, nahe übereinstimmten, hat man auch die Ansicht aufgestellt, daß die Sternschnuppenschwärme nichts anderes als der noch vorhandene Rest von Kometen sind, aus denen sich die Sternschnuppenschwärme gebildet haben.

Die Spectra der Meteorkerne — man unterscheidet Kern und Schweif — sind meistens continuirliche, in denen man mit Ausnahme des Violett alle Farben des Sonnenspectrums sieht, in einzelnen Fällen herrscht jedoch in dem Spectrum das Gelb vor, und unter andern ist bei den Augustmeteoren die gelbe Linie im intensiven Glanze, während bei den Novembermeteoren der vor-

erschende Charakter des Spectrums im Blau, Grün nd Stahlgrau liegt und homogen zu sein scheint. Auch e gelbe Linie, welche die Schweife der Augustmeteore igen, fehlt in denen der Novembermeteore, und daher t wol in der chemischen Zusammensetzung der Leoiden und Perseiden ein Unterschied, während die Kerne ei beiden den glühenden festen Körper gemeinsam zu aben scheinen. Aus dem Wenigen aber, was wir issen, geht hervor, daß die Sternschnuppenschwärme osmischen Ursprungs sind und entweder aus dem ernen Weltraum als sporadische Erscheinungen in yperbolischen oder parabolischen Bahnen zu uns ommen oder sich in geschlossenen Bahnen bewegen, ie, durch die Anziehungskraft der Sonne und der rößern Planeten entstanden und ähnlich den Bahnen er periodischen Kometen, langgestreckte Ellipsen sind, n deren einem Brennpunkte die Sonne steht.

III. Die physische Astronomie.

Unter die allgemeinen Eigenschaften, welche wir allen körpern zuschreiben, z. B. Größe, Gestalt, Undurchringlichkeit, gehört auch die Veränderung ihres Ortes m Raume, welche wir die Bewegung nennen und verröge welcher die Körper sich näher kommen oder sich oneinander entfernen. Die Ursache der Bewegung nd die Wirkung, welche die Körper gegenseitig aufinander ausüben, nennen wir Kraft, ohne bisjetzt u wissen, was die Kraft eigentlich ist.

Die zwischen den kleinsten Atomen eines und deselben Körpers wirkende Kraft, deren Wirkungskreis ehr beschränkt ist und die den Zusammenhang, die festigkeit und die Dichte dieser Körper erzeugt, nennen oir Molecularkraft oder Molecularanziehung, dagegen iejenige Kraft, welche hervorbringt, daß ein Körper uf den andern in großer Entfernung wirkt und die Bewegung der Körper um- und gegeneinander hervorbringt, heißt die allgemeine Attraction, die allgemeine Schwere oder die Gravitation.

Eine Folge der Gravitation unserer Erde ist unter nderm auch der freie Fall der Körper, und dieser reie Fall soll Newton auf den Gedanken gebracht haben, u untersuchen, ob nicht dieselbe Kraft, welche die körper zur Erde zieht, auch den Mond anzieht und ie Bewegung des Mondes um die Erde mit hervorringt. Der Mond müßte nämlich, wenn er nicht von er Erde angezogen würde, in der letzten Richtung einer Bewegung fortgehen und sich infolge dessen mmer weiter von der Erde entfernen, vermöge der Anziehungskraft aber nähert er sich wie jeder freiallender Körper der Erde, und aus den beiden gleichseitigen Bewegungen der Tangential- und Radialbeegung entsteht die zusammengesetzte, vermöge welcher r eine geschlossene Bahn um die Erde beschreibt.

Durch Vergleichung der Fallgeschwindigkeit der Körper uf der Erde und der des Mondes zur Erde fand Newton die erstere etwa 3600mal größer als die etztere und da der Mond 60mal soweit entfernt ist ls der Erdhalbmesser beträgt und 3600 das Quadrat on 60 ist, schloß er daraus, daß die Anziehungskraft mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

Schon 1666 war Newton diesem wichtigen Resultat ehr nahe gewesen, er hatte aber für den Durchmesser er Erde einen falschen Werth zu Grunde gelegt und ie Abweichung der berechneten Fallgeschwindigkeit des Mondes von der beobachteten betrug den siebenten Theil des Werthes, welche Abweichung ihn veranlaßte, ie Untersuchung aufzugeben. Erst als er im Jahre 1682 ie aus der Gradmessung von Picard gefundenen Dimensionen der Erde richtig erhielt, rechnete er von neuem, fand die vollständige Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung und gelangte zu der Entdeckung dieses wichtigen Gesetzes. Weitere Nachforschungen führten Newton auf die Erweiterung des Gesetzes dahin, daß sich die Himmelskörper auch gegenseitig im Verhältniß ihrer Massen anziehen, und der Satz:

Die Anziehung eines jeden Körpers ist gleich seiner Masse, dividirt durch das Quadrat seiner Entfernung, ist der Fundamentalsatz der physischen Astronomie.

Seine Entdeckungen legte Newton in einem Buche: „Principia philosophia naturalis mathematica", 1686 nieder und aus dem Attractionsgesetze lassen sich, zuerst wenn man zwei Körper annimmt, die Bahnen beider Körper umeinander bestimmen und es ergibt sich, daß diese Bahnen stets Kegelschnitte sind.

Wenn nun auch die Bewegung zweier Körper zueinander eine sehr einfache ist, so wird die Bewegung um so complicirter, wenn ein dritter Körper hinzukommt, die alle drei mit ihren Massen aufeinander wirken, und die Bestimmung der Bewegung der drei Körper heißt das Problem der drei Körper, welches zu den schwierigsten der Astronomie gehört und selbst mit Hülfe unserer höhern Mathematik noch nicht vollständig gelöst ist.

Die Vertheilung der Himmelskörper in unserm Sonnensystem ist jedoch so, daß bei der Ausführung der Rechnungen über die Bewegung der Himmelskörper wesentliche Erleichterungen eintreten. Die Masse des Centralkörpers, der Sonne, übertrifft die des größten Planeten Jupiter, wie wir gesehen haben, um das 1048fache, und die aller Planeten zusammen um das 700fache. Ferner sind die Planeten voneinander sehr weit entfernt und wirken daher wenig aufeinander ein und infolge dessen sind die Abweichungen, welche die Planeten durch ihre gegenseitigen Anziehungen von der regelmäßigen Bahn des Kegelschnitts erfahren, nur klein und werden mit dem Namen der Störungen oder Perturbationen bezeichnet.

Da also im allgemeinen durch viele günstige Umstände die Störungen sehr gering sind, kann man sich bei Berechnung derselben erlauben, sie für die einzelnen Planeten zu trennen und nacheinander gesondert zu berechnen, sodaß dadurch zu gleicher Zeit immer nur drei Körper: die Sonne, der gestörte und der störende Planet in Betracht kommen, und deshalb ist gerade der oben schon erwähnte Name, das Problem der drei Körper, für die Berechnungen der Störungen entstanden.

Unter die verschiedenen Umstände, durch welche die Berechnung der Störungen erleichtert werden, gehört auch, daß die Planetenbahnen alle ziemlich kleine Neigungen gegen die Ellipsik haben und daher die Störungen die Lage der Bahn sehr wenig verändern. Würden sämmtliche Planetenbahnen in einer Ebene liegen, so fände eine Veränderung der Bahnen gar nicht statt. Bei den kleinen Planeten, deren Bahnen gegen die Ellipsik bis zu 35° geneigt sind, kommen besonders durch den Jupiter stärkere Störungen, hauptsächlich im Knoten vor. Ein anderer günstiger Umstand ist auch bei den größern Planeten die ziemlich kleine Excentricität, und wenn sämmtliche Bahnen Kreise wären, würden die halben großen Achsen immer ganz unveränderlich bleiben. Auch hier machen die kleinen Planeten wieder eine Ausnahme, da bei etlichen derselben die Excentricität bis $^1/_5$ geht, während die der Mercurbahn nur $^1/_5$, die des Jupiter noch nicht $^1/_{20}$ ist.

Die Störungen der kleinen Planeten, welche durch die größere Nähe derselben an den Jupiter oft sehr beträchtlich sind, machen daher ganz besondere Schwierig-

keit, und erst in neuester Zeit ist es besonders den Bemühungen Hansen's gelungen, für selbige die absoluten Störungen berechnen zu können. Man nennt die Störungen absolut berechnet, wenn man sie für jede beliebige Zeit aus der Rechnung entnehmen kann. Oft aber genügt es, nur für einen kürzern Zeitraum die Störungen zu kennen, man rechnet alsdann successive in kurzen Intervallen den Betrag der Störungen, nennt selbige die speciellen Störungen und bringt ihren Betrag entweder an die für die Anfangsepoche geltenden, dafür osculirenden Elemente an, oder verbessert den elliptischen Ort um den Betrag der speciellen Störungen.

Die absoluten Störungen werden eingetheilt in zwei Klassen in periodische und säculäre. Da die Anziehung, welche zwei Planeten aufeinander ausüben, von dem Orte abhängig ist, an welchem sie sich befinden, und beide Himmelskörper nach einer bestimmten Anzahl von Jahren dieselben Stellungen zueinander wieder einnehmen, so kehren die Störungen nach einer Reihe von Jahren, also in bestimmten Perioden wieder, und diese Störungen heißen periodische.

Doch alle Planeten wirken aufeinander ein und stören sich gegenseitig, und da nach einer langen Reihe von Jahren die Planeten zueinander wieder dieselben Stellungen einnehmen und sich die Störungen, welche sich besonders auf die Bahnebenen beziehen, wiederholen, wobei jedoch die Perioden im Gegensatz zu den obigen meist Jahrtausende umfassen, so hat man diese Art der Störungen mit dem Namen der säculären bezeichnet. Beide Klassen von Störungen können für sich betrachtet und durch Rechnungen ermittelt werden, und um eine allgemeine Uebersicht zu gewinnen, wollen wir einige der hauptsächlichsten Störungen betrachten.

Die Störungen des Mondes sind, weil der Mond verhältnißmäßig zur Erde ziemlich groß und seine Entfernung gering ist und auf den Mond die so massengroße Sonne als hauptsächlichster störender Körper einwirkt, von der Erde aus gesehen beträchtlicher als die Störungen aller andern Himmelskörper.

Durch die Anziehungskraft der Sonne auf den sich in einer Ellipse um die Erde bewegenden Mond ist die Länge desselben zur Zeit des Neumondes und Vollmondes, also in den Syzygien immer größer, als sie nach der rein elliptischen Bewegung sein sollte, während sie zur Zeit der Quadraturen um dieselbe Größe (nahe $1\frac{1}{4}°$) zu klein ist. Diese Störung, zuerst von Hipparch entdeckt, heißt die Evection und ist eine periodische Störung, da sie sich bei jedem Umlauf wiederholt.

Ebenso ist die Länge des Mondes in den vier Punkten, die zwischen den Syzygien und Quadraturen in der Mitte liegen, in den Octanten, um etwa $\frac{2}{3}°$ größer als sie nach der Länge zur Zeit der Syzygien und Quadraturen sein sollte; diese Störung, im 10. Jahrhundert von dem arabischen Astronomen Abulwefa entdeckt, heißt die Variation.

Eine dritte periodische Störung des Mondes ist von der Dauer eines Jahres und hängt von der größern oder kleinern Entfernung der Erde von der Sonne ab, sie steigt bis zu $\frac{1}{5}°$, wurde von Tycho Brahe entdeckt, und heißt die jährliche Gleichung.

Aus der Theorie entwickelte Laplace zuerst Mondstörungen von längern Perioden. Eine davon beträgt nur 14″ und hat die Dauer von 184 Jahren. Noch eine andere Störung hängt ab von der Abplattung unserer Erde, wieder eine andere von der Größe der Sonnenparallaxe, und aus den Mondstörungen hat man zuerst gefunden, daß der Werth der Sonnenparallaxe, welcher aus den beiden Venusdurchgängen im vorigen Jahrhundert zu 8″.57 abgeleitet war, ein größerer sein mußte.

Unter den Planetenstörungen ist eine merkwürdige zwischen Jupiter und Saturn, die schon Halley wahrgenommen hatte und die darin besteht, daß die Umlaufszeit des Saturn zur Zeit des Hipparch größer und die des Jupiter kleiner war als jetzt. Euler und Lagrange bemühten sich vergebens, durch die Analyse diese Störung zu erklären. Laplace fand endlich die Ursache darin, daß, weil nahe fünf Umläufe des Jupiter gleich zwei Umläufen des Saturn sind, unter den Störungen des Saturn durch Jupiter ein Glied entsteht, welches bis auf 2950″ steigt und unter den Störungen des Jupiter durch Saturn ein anderes, dessen größter Werth 1200″ ist. Da nun die Periode dieser Störungen für beide Planeten nahe 930 Jahre beträgt, nimmt innerhalb dieses Zeitraums die mittlere Bewegung des einen Planeten zu, die des andern ab und umgekehrt.

Unter den säculären sich auf die Lage der Bahn beziehenden Störungen des Mondes ist die Bewegung der Mondknoten, die jährlich über 19° beträgt, die bedeutendste. Eine andere Störung ändert die Apsidenlinie der Mondbahn jährlich um über 40°. Aus der ersten entsteht der drakonische Monat von 27.212 Tagen, aus der zweiten der anomalistische Monat von 27.555 Tagen.

Auch die mittlere Bewegung des Mondes ist einer langsamen Aenderung unterworfen. Die Umlaufszeit des Mondes ist seit 2000 Jahren immer kürzer geworden. Die Ursache liegt in der veränderlichen Excentricität der Erdbahn, und aus demselben Grunde nimmt auch die Bewegung der Apsiden- und der Knotenlinie der Mondbahn immer ab. Erstere ändert sich in 100 Jahren um 50″, letztere in 100 Jahren um 7″. Die Analyse hat aber gezeigt, daß die Excentricität der Erdbahn bis zu einem gewissen Grade abnehmen und dann wieder wachsen wird, und damit werden auch die säculären Störungen des Mondes ihre Zeichen wechseln.

Einen der größten Triumphe feierte die physische Astronomie vor drei Decennien. Nachdem die Rechnung die Unmöglichkeit ergeben, die Bewegung des Planeten Uranus aus der elliptischen Bewegung und den Störungen durch die damals bekannten Planeten befriedigend darzustellen, wurde von mehrern Seiten der Gedanke ausgesprochen, daß möglicherweise noch ein unbekannter entfernterer Planet vorhanden sei, der die sichtbar gewordenen Störungen erkläre. Als Leverrier und Adams sich zu Anfang der vierziger Jahre an die Rechnung machten und einen solchen Planeten voraussetzten, war die Entdeckung des Neptun der glänzendste Erfolg und die schönste Frucht, welche die mühevolle Arbeit der Wissenschaft eintragen konnte.

Alle unsere größern Planeten zeigen eine abgeplattete Gestalt, und durch Rechnung läßt sich streng beweisen, daß eine gasförmige oder flüssige Masse von gleicher oder in bestimmten Gesetzen sich ändernder Dichte die Gestalt eines Sphäroids erhalten müsse, d. h. eines Körpers, der durch die Umdrehung einer Ellipse um die kleine Achse entstanden ist. Aus der Größe der Abplattung läßt sich sogar ableiten, ob der Körper überall gleich dicht oder von ungleicher Dichte ist. Setzt man aber die Abplattung und eine Rotation voraus, und untersucht den Einfluß der Anziehung eines andern Körpers auf den sphäroidischen, so kommt man zu dem Resultate, daß die Durchschnittspunkte zwischen der Bahnebene und der Rotationsebene sich ändern müssen, und das Zurückweichen der Aequinoctien, die Präcession, ist also eine nothwendige Folge der Anziehungskraft des Mondes auf unsere sphäroidische Erde. Der Theil der Präcession, welcher von dem Monde allein herrührt, heißt die Lunisolarpräcession, ein anderer weit kleinerer

Theil muß aber auch durch die Anziehung der Planeten entstehen und die Planetenpräcession, welche jährlich noch nicht ganz 0″.4 beträgt, kommt zu den 50″.2 der Lunisolarpräcession hinzu. Die Erklärung der schon von Hipparch entdeckten Präcession und ihre scharfe Berechnung ist aber erst möglich geworden, seitdem die Anziehungskräfte dem Calcul unterworfen werden konnten.

Auch die Schwankung der Erdachse, die Nutation, ist eine Folge der Attraction des Mondes auf die Erde und hängt mit der obenerwähnten Veränderung des Mondknotens zusammen und auf Tafel 11 in Figur 3 ist die Bewegung, welche der Pol des Aequators P um den Pol der Ekliptik P durch die Präcession und Nutation macht, dargestellt, jedoch ist die Nutation, um sie sichtbar zu machen, in der wellenförmigen Linie pp′ sehr vergrößert.

Daß Ebbe und Flut die Folge der Attraction des Mondes auf die flüssigen Theile der Erde sind, ist schon früher gesagt. Eine Ebbe und Flut muß auch in unserer Atmosphäre stattfinden, und durch die täglichen Aenderungen des Barometers und die Winde, deren Richtung und Stärke von den Tageszeiten abhängt, erkennen wir sie. Sie richtet sich aber mehr nach dem Lauf der Sonne als nach dem des Mondes, und die Theorie zeigt, daß die Anziehung beider Gestirne auf unserer Erde nur ganz kleine Aenderungen im Barometerstande von kaum $^1/_{20}$ Millimeter hervorbringen kann, während der übrige beobachtete Theil der Schwankung im Barometer der täglichen Temperaturänderung angehört.

Die Anziehungskraft ist nicht nur die Ursache der Bewegung der Himmelskörper in den bestimmten Bahnen und der Störungen, sondern auch die Ursache einer besondern Erscheinung am Monde, die wir nicht unerwähnt lassen dürfen.

Bei dem Mond ist, da er uns immer dieselbe Seite zukehrt, die Rotation mit der Revolution gleich, und ebenso ist dieses bei den Jupiterstrabanten und wahrscheinlich bei allen Trabanten in unserm Sonnensystem der Fall. Da die Rotation des Mondes ganz ebenso wie bei der Erde eine vollständig regelmäßige ist, dagegen die Bewegung in der Ellipse je nach der Entfernung von der Erde bald schneller bald langsamer vor sich geht, also eine unregelmäßige ist, sehen wir von der Mondoberfläche bald etwas mehr von der Ostseite, bald etwas mehr von der Westseite als bei einer regelmäßigen Bewegung der Fall sein würde; man nennt diese Erscheinung die Libration, und da außerdem die Rotationsachse des Mondes auf der Ebene seiner Bahn nicht senkrecht steht, sondern um 83° geneigt ist, so sehen wir bald über den Nordpol, bald über den Südpol des Mondes hinaus und nennen die erste Erscheinung die Libration in Länge, die zweite die Libration in Breite.

Trotz aller Störungen bleiben einzelne Größen in unserm System ganz unveränderlich, sie sind nur periodischen Störungen unterworfen, die sich also in kurzer Zeit wieder aufheben. Die unveränderlichen Größen sind die Richtung der Erdachse; die Abplattung der Erde trägt das Ihrige bei, damit sie erhalten bleibt. Ferner ist die Unveränderlichkeit der Tageslänge aus den Umlaufszeiten unserer Erde erwiesen. Durch die Beobachtungen der Umlaufszeit hat sich ergeben, daß solange wir Beobachtungen besitzen, keine Aenderung bis zu $^1/_{100}$ Secunde in der Länge des Tags stattgefunden hat.

Die großen Achsen der Planeten sind wol kleinen periodischen Störungen unterworfen, dagegen ist in den Störungen kein Glied, wodurch die Achsen der Zeit proportional ab- oder zunehmen, und nicht nur für die größern Störungsglieder (Glieder erster Ordnung), sondern auch für kleinere Störungen zweiter Ordnung ist dies mathematisch streng nachgewiesen.

Ueber die Entstehung des Weltsystems sind nur Hypothesen da und die Kant'sche, unabhängig ebenfalls von Laplace angegebene, ist diejenige, welche am meisten Anklang gefunden hat. Danach wäre im Raume zu Anfang eine leichte dünne Masse (Nebelmasse) verbreitet gewesen, die durch irgendeine Ursache in Rotation gekommen ist. Durch die Rotation haben sich zuerst Ringe gebildet, und ein solches Ringsystem haben wir noch bei Saturn. Die Mehrzahl der Ringe ist aber zerrissen und aus denen haben sich runde Körper, die Planeten, durch Verdichtungsprocesse entwickelt; die Monde kann man sich auf gleiche Art entstanden denken. Die Nebelmasse sehen wir höchst wahrscheinlich noch in den Kometen, die möglicherweise sich noch verdichten oder auch auflösen können. Die Zerreißung eines Ringes in viele Stücke würde alsdann bei Bildung der Gruppe der kleinen Planeten vorgelegen haben.

IV. Die praktische Astronomie.

(Tafel 8, 9, 10.)

a) Instrumente in alten Zeiten.

Die astronomischen Instrumente sind den drei Fundamentalebenen, welche wir in der Astronomie kennen, entsprechend hergestellt. Der Horizont wird durch einen Kreis repräsentirt, welcher sich um eine verticale, nach dem Zenith zeigende Achse drehen läßt und zu welchem ein senkrecht stehender ganzer Kreis oder ein Stück desselben die Höhen messen läßt.

In Bezug auf den Aequator hat man Instrumente mit dem Aequator parallel liegenden Kreisen, die die Stundenwinkel angeben; senkrecht auf diesem Kreis steht eine Achse parallel der Weltachse, zu welcher wieder senkrecht eine andere Achse einen Kreis trägt, der die Declinationen resp. Poldistanzen der Gestirne anzeigt.

Endlich gibt es in Bezug auf die Ekliptik Instrumente mit Kreisen, die der Ekliptik parallel gestellt werden können und die Längen der Gestirne anzeigen, während senkrecht darauf gerichtete Kreise die Breiten angeben.

Die beiden ersten Arten von Instrumenten sind jetzt ausschließlich im Gebrauch, während die letztere Art jetzt wenig mehr angewandt wird. Die Horizontal- und Höheninstrumente waren aber auch schon im Alterthum bekannt, wenn auch bei weitem nicht in der Vollkommenheit, wie wir sie jetzt haben. Das einfachste Höheninstrument, mit welchem die Höhe der Sonne gemessen werden kann, ist der verticale Stab, dessen Schatten auf einer horizontalen Fläche nur gemessen zu werden braucht, um in Verbindung mit der Länge des Stabes die jedesmalige Höhe der Sonne leicht berechnen zu können. Dieses Instrument ist der Gnomon und wol das älteste astronomische Instrument, welches existirt.

Einige Gnomone haben besondere Berühmtheit erlangt; so ließ Augustus den Obelisken des Sesostris von 34 Meter Länge in Rom auf dem Marsfelde aufstellen, um, wie Plinius sagt, die Länge der Tage und Nächte zu erkennen, 1278 ließ Coschuking in Peking einen Gnomon von 13 Meter Höhe errichten, 1467 construirte Paul Toscanelli in der Kuppel der Kathedrale zu Florenz einen Gnomon 90 Meter über dem Erdboden, 1653 Cassini zu Bologna einen 27 Meter über dem Boden u. s. w.

Wird der Stab parallel der Weltachse aufgestellt und eine horizontale, verticale oder überhaupt irgend-

eine Ebene angebracht, auf welche der Schatten des Stabes fallen kann, so hat man die Sonnenuhr, welche auch im Alterthum viel angewandt wurde.

Die Astronomen der Alexandrinischen Schule hatten ein Instrument aus drei Linealen zusammengesetzt, wovon das eine vertical gestellt wurde, die andern dagegen verschiebbar waren; sie nannten das Instrument Triquetrum, und ein solches ist von Ptolemäus im „Almagest" beschrieben.

Derselben Zeit gehören auch schon die Kreise an, welche sowol vertical als horizontal, parallel dem Aequator und der Ekliptik zusammengefügt wurden und Ringkugel oder Armillarsphäre hießen. Sie sind bereits von Hipparch und Ptolemäus angewandt worden und dienten im Alterthum zur Bestimmung der Längen und Breiten.

Unsere Taf. 10, Fig. 6 stellt eine solche Armillarsphäre dar, wie sie vervollkommnet gleich nach dem Mittelalter noch gebraucht wurde.

Ein späteres Instrument ist ein getheilter Kreis (Taf. 10, Fig. 4), versehen mit festen Dioptern bb und mit drehbaren cc, das Astrolabium genannt, das, um Höhenwinkel zu messen, an dem Ringe d aufgehängt wurde, während es zur Messung von Horizontalwinkeln der Ebene des Horizonts parallel gestellt wurde.

Höhenkreise und Theile eines ganzen Kreises, Quadranten, gehören theils auch schon der frühern, aber mehr der neuern Zeit an, und ebenso ist die Combination von Horizontal- und Höhenkreisen vereinigt in einem Instrument, welches gegenwärtig Universalinstrument heißt und in neuester Zeit zu großer Vollkommenheit gebracht worden ist. An einem Quadranten hat z. B. schon Ulug Beigh in Samarkand seine Sternpositionen beobachtet. Nach der Erzählung der türkischen Geschichtschreiber hatte dieser Quadrant einen Radius von etwa 60 Meter. Zu den besondern Erscheinungen, welche die Alten beobachteten, z. B. den Finsternissen, bestimmten sie fast gleichzeitig mit einem der obengenannten Instrumente die dazu gehörige Zeit, während sie die Längen und Breiten der Sterne theils auch aus dem Sichtbarwerden und Verschwinden der Sterne berechneten. Die spätern Beobachtungen, welche Regiomontan, Walther in Nürnberg, der Landgraf von Hessen, Tycho Brahe machten, bestanden hauptsächlich darin, daß sie von denjenigen Himmelskörpern, deren Positionen sie bestimmen wollten, Distanzen von bekannten Fixsternen maßen und daraus wieder die Positionen berechneten.

b) Erfindungen zur Verbesserung der Instrumente, Uhren.

Ganz anders gestaltete sich die Aufgabe der praktischen Astronomie, als zur Verschärfung der Theilungen auf den Instrumenten der Portugiese Nunnez (Nonius) 1542 mehrere, aber verschiedene Theilungen anzubringen vorschlug und der Belgier Peter Werner (Vernier) 1631 einen kleinen Hülfsbogen, den Vernier oder Nonius, erfand, dessen Theilung etwas größere oder kleinere Zwischenräume hatte als die Theilung auf dem Instrumente, wodurch es möglich wurde, Unterabtheilungen mit Sicherheit zu bestimmen. Erst später, seit dem vorigen Jahrhundert, werden die Theilungen mit Mikroskopen abgelesen, an welchen Mikrometerschrauben die Unterabtheilungen angeben. Nach der Erfindung des Fernrohrs im Jahre 1608 durch holländische Optiker, wahrscheinlich zuerst durch den Brillenmacher Lippershey, brachte für Anwendung derselben auf Meßinstrumente der Engländer Gascoigne im Jahre 1640 das Fadennetz im Focus des Fernrohrs an, nachdem Morin, ein französischer Astronom, sich 1638 das Verdienst erworben hatte, das Fernrohr mit dem Meßinstrument verbunden zu haben. Der englische Astronom Flamsteed war der erste, welcher einen mit einem Fernrohr versehenen Mauerquadranten in Verbindung mit einer Uhr zur Bestimmung von Sterndörtern anwandte und dadurch eine Genauigkeit der Beobachtungen bis auf 10 Secunden erreichte, während seine Vorgänger, selbst Tycho Brahe, die Winkel nur bis auf Minuten genau bestimmen konnten und früher Fehler bis zu 10 Minuten, bei Ptolemäus und Hipparch bis zu Bruchtheilen von Graden und mehr nicht selten vorkommen, obwol sie glaubten, bis auf 4 Minuten genau messen zu können.

Dem Quadranten versuchte man darauf die größte Genauigkeit zu geben. Man baute ihn von ziemlicher Größe, versah ihn mit einem Fernrohr, dessen Drehpunkt im Centrum der Theilung lag, brachte am andern Ende des Fernrohrs Verniere oder Nonien an und stellte das Instrument, um ihm die größte Festigkeit zu geben, an einer von Nord nach Süd gehenden Mauer im Meridian auf. Mit solchen Mauerquadranten konnte man nun mit großer Genauigkeit die Höhen der Sterne im Meridian bestimmen, und konnte man dazu die Höhe des Aequators, so ergaben sich unmittelbar die Declinationen der Sterne.

Auf Taf. 10, Fig. 15 ist ein Mauerquadrant in der Form, wie Tycho ihn besaß, abgebildet; der Radius DC maß 3 Meter, DD ist ein Diopter, an dem ein Gegengewicht in F angebracht war und zur Rectification diente das Loth DA.

Einen andern beweglichen Quadranten nach Dollend und Troughton mit Fernrohr stellt auf derselben Tafel Fig. 13 dar. Er besteht aus dem Viertelkreise EF und zwei mit ihm verbundenen, aufeinander senkrechtstehenden Halbmessern IF und IE von Metall. Durch den Schwerpunkt geht eine am Quadranten befestigte Cylinderröhre herab und bildet eine senkrechte Achse, die auf einem soliden Fuße AA, der mit den Stellschrauben BBB, wozu der Bequemlichkeit wegen Schlüssel führen, horizontal gestellt werden kann, ruht. Auf dem Fuße ist in D ein Horizontalkreis angebracht, um die Drehung des Quadranten im Azimuth bestimmen zu können. Am Quadranten ist in G ein Mikrometerwerk, in H eine Lupe und das Fernrohr KI ist durch das Gegengewicht L balancirt.

Wandte man dazu noch eine genau gehende Uhr an, die entweder die Sonnenzeit oder auch die Sternzeit anzeigte, so findet sich, wenn man den Durchgang des zu bestimmenden Gestirns nach der Uhr beobachtete, auch die Rectascension, und die ganze Aufgabe der praktischen Astronomie oder der Ortsbestimmungen am Himmel ist zurückgeführt auf genaue Höhenbestimmungen und auf Zeitbestimmungen.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts erfand der dänische Astronom Olaus Römer ein einfaches Instrument zu Zeitbestimmungen. Eine horizontale Achse wurde genau von Ost nach West aufgestellt, senkrecht darauf ein Fernrohr angebracht, das sich also bei der Drehung der Achse im Meridian bewegte und durch welches man, wenn in dem Fernrohr Fäden angebracht sind, die Durchgänge oder Passagen der Sterne beobachten kann und das deshalb Passageninstrument genannt wird. Die Uhr und das Passageninstrument sind noch gegenwärtig die ersten Instrumente jeder Sternwarte, nur daß diese Instrumente nach und nach verbessert und zu einer großen Vollkommenheit gebracht sind.

Uhren hatten freilich die Alten auch schon und Sonnenuhren kommen im hohen Alterthum vor, die Aegypter,

Griechen und Römer besaßen auch Wasseruhren (Klepsydra), jedoch scheinen die Uhren mit Räderwerk erst im 13. Jahrhundert erfunden zu sein, obwol gezahnte Räder schon vor Christi bekannt gewesen zu sein scheinen. Es dauerte aber lange Zeit, bevor diese Uhren zu einem für die Astronomie genügend regelmäßigen Gange gebracht werden konnten. Der Hauptübelstand bestand darin, daß es schwer war, die Zähne der Räder genau zu arbeiten und daß jede kleine Reibung den Gang hinderte. Erst als Galilei im Dom zu Florenz gefunden hatte, daß zwischen den Schwingungen der aufgehängten Lampen ein regelmäßiges Gesetz existirte und dadurch die Theorie des Pendels entdeckte, kam Huyghens vor 1658 oder vielleicht schon Harris 1641 auf den glücklichen Gedanken, die Unregelmäßigkeit im Räderwerk der Uhren zu vermindern durch Anbringung eines Pendels, und die Pendeluhren genügten den an sie gestellten Anforderungen schon sehr nahe. Nur ein großer Uebelstand zeigte sich, der darin bestand, daß eine Pendeluhr im Winter rascher, im Sommer langsamer ging, wovon man die Ursache bald entdeckte, indem die Länge der aus Metall angefertigten Pendelstange mit der Temperatur variirte. Als man gefunden, daß Uhren mit genau gleichlangen Pendeln genau gleichförmig gingen, war man bestrebt, die Pendel so herzustellen, daß sie in den verschiedenen Temperaturen des Tags und der Jahreszeiten immer gleichlang blieben. Der Engländer Graham hatte zuerst die glückliche Idee, nicht etwa einen Körper von geringer oder gar keiner Ausdehnung zu suchen, sondern vielmehr die Ausdehnung des Eisens durch die stärkere eines andern Metalls unwirksam zu machen. Er erfand das meist aus fünf Stangen, zwei Stahl- und drei Messing- oder Zinkstangen, rostförmig zusammengesetzte Pendel, das Rostpendel, welches zuerst Harrison ausführte. Eine andere Art Compensation besteht darin, daß man statt der Linse am Pendel ein Gefäß mit Quecksilber anbringt, und während die Pendelstange sich z. B. durch die Wärme verlängert, steigt gleichzeitig durch die Wärme das Quecksilber in dem Gefäße etwas höher, sodaß dadurch die Entfernung des Aufhängepunkts des Pendels bis zu dem Schwerpunkt des Quecksilbers immer dieselbe bleibt; man nennt ein solches Pendel, welches von Harrison erfunden ist, ein compensirtes Quecksilberpendel.

Eine astronomische Pendeluhr zeigt unsere Taf. 9 in Fig. 11, an welcher das Pendel ein Rostpendel ist und das große Zifferblatt die Minuten durch den langen Zeiger angibt, während das kleinere Blatt oben die Secunden und das untere die Stunden angibt.

Fig. 10 zeigt ein Quecksilberpendel und die Pendelstange ist oben versehen mit einer kleinen Feder.

Die Länge des Secundenpendels ist schon bei der Erde erwähnt und beträgt für ein mathematisches Pendel ohne Masse für den Aequator 991.0, für den Pol 996.1 Millimeter, welche Variation von der sphäroidischen Gestalt der Erde herrührt. Strenggenommen sollen die Schwingungen des Pendels, damit sie bei verschiedener Schwingungsweite immer gleiche Zeitdauer haben, auf einer Curve geschehen, welche in der Mathematik Cykloide genannt wird, und ein Pendel, das bei jedem Schwingungsbogen gleichlange Schwingungen macht, heißt isochron. Da die Bewegung in der Cykloide aber Schwierigkeiten hat, läßt man das Pendel sich in möglichst kleinen Schwingungsbögen bewegen und eine Feder am Aufhängepunkte des Pendels hat sich zu diesem Zwecke am besten bewährt.

Die Pendeluhren sind für Sternwarten ganz vorzüglich, weil sie dort fest aufgestellt und keinem Transport unterworfen sind. Wollte man dagegen anderswo Beobachtungen machen, bedurfte man tragbarer Uhren, die auch schon zu Ende des 15. Jahrhunderts erfunden waren und deren Verbesserung für astronomische Zwecke bald als ein dringendes Bedürfniß auerkannt wurde, weil durch genaue Zeitübertragung auf unserer Erde die Längendifferenz mehrerer Orte am leichtesten bestimmt werden konnte, was besonders für die Schifffahrt von der größten Wichtigkeit ist. Für solche transportable Uhren, einfach Chronometer genannt, erfanden Huyghens und Hook die Unruhe und Spiralfeder und 1665 wurde zum ersten mal mit einer Huyghens'schen Uhr die Fahrt nach Guinea gemacht und durch eine Zeitübertragung die überseeische Länge bestimmt. Im Jahre 1714 setzte die englische Regierung 20000 Pfd. St. für die Erfindung einer Uhr aus, die in sechs Wochen nicht mehr als 1 bis 2 Minuten falsch gehen durfte, und der schon genannte Uhrmacher James Harrison, der von 1726 an sich mit der Verbesserung unaufhörlich beschäftigte und die Unruhe, um sie zu compensiren, aus zwei Metallen verfertigte, erhielt 1765 die erste Hälfte, 1774 die zweite Hälfte des oben angegebenen ausgesetzten Preises. Seitdem sind unaufhörlich Verbesserungen an den Uhren ausgeführt und die für die Schiffahrt und auch auf Sternwarten gebräuchlichen Chronometer sind entweder große Taschenuhren, nach dem Princip der Spindeluhren eingerichtet, $^1/_{10}$ Secunden schlagend, oder Boxchronometer, in welchen die Unruhe von $^1/_2$ zu $^1/_2$ Secunde eine Schwingung macht.

Auf Taf. 9 in Fig. 9 ist ein solches Boxchronometer abgebildet. Das Chronometer selbst hängt in zwei Ringen, einer Cardanischen Aufhängung, um immer die horizontale Lage zu behalten, weil sich ergeben hat, daß die Lage des Uhrwerks oft einen auf den Gang wirkenden Einfluß ausübt.

c) Passageninstrument, Meridiankreis, Azimuthal- und Höheninstrumente.

Das Passageninstrument ist seit Olaus Römer's Zeiten beträchtlich verbessert. Das Fernrohr wird meistens aus Messing gefertigt und so eingerichtet, daß Objectiv und Ocular vertauscht werden können. Es wird in oder an einem Würfel befestigt, an dem senkrecht zum Fernrohr die Achse sitzt, welche durchbrochen ist, um zur Beleuchtung der Fäden Licht einfallen zu lassen. Um das Fernrohr genau senkrecht zur Achse zu haben, sind jetzt gewöhnlich Correctionsschrauben an den Fadenmikrometer angebracht und kann der übrigbleibende Fehler der nicht senkrechten Stellung, welchen man die Collimation nennt, entweder durch Umlegung des Instruments, oder auch durch besondere Fernröhre, Collimatoren genannt, welche zu dem Zwecke so aufgestellt sind, daß man mit ihnen in das Fernrohr des Passageninstruments hineinsehen kann, ermittelt werden. Damit die Achse nicht zu schwer in den Lagern liegt, sind Gegengewichte so angebracht, daß die Reibung sehr verringert und dadurch das Abschleifen der Lagerflächen und der Achsen möglichst verhindert wird.

Am Passageninstrument ist gewöhnlich nur ein kleiner Höhenkreis angebracht, welcher zur Einstellung des Instruments auf das zu beobachtende Gestirn dient; befinden sich dagegen genau eingetheilte mit Nonien oder Mikroskopen abzulesende Kreise am Instrument, so heißt es, wenn es im Meridian aufgestellt ist, ein Meridiankreis. Der Meridiankreis der leipziger Sternwarte ist auf Taf. 9 in Fig. 5 abgebildet. Damit die Aufstellung eine recht feste ist, ruht das Instrument zwischen den Pfeilern aa, die aus Sandstein bestehen, aber auch aus Marmor,

Granit oder Backsteinen hergestellt werden können. Das Fernrohr bb hat eine Brennweite von 2/5 Meter und das Objectiv eine Oeffnung von 160 Millimeter. Zur Bewegung des Fernrohrs dienen die Handhaben ii, um die Achse gehen die Bügel ee, an welchen die Hebel ff mit den Gegengewichten den größten Theil des Gewichts des Instruments aufheben, cc sind die von zwei zu zwei Bogenminuten getheilten, einen Meter Durchmesser haltenden Kreise, welche jeder durch 4 Mikroskope dd ablesbar sind, die an ihren Mikrometerschrauben noch Zehntel-Bogensecunden abschätzen lassen. gg sind die Beleuchtungslampen, durch welche sowol die Fäden im Fernrohr als auch die Theilung der Kreise des Nachts sichtbar gemacht werden, kk sind Holztritte, welche der Beobachter zum Ablesen der Mikroskope u. s. w. besteigt.

Während man früher zur verticalen Stellung eines Instruments das Loth anwandte, benutzt man dazu jetzt die Wasserwage, und diejenige, welche zu dem oben beschriebenen Instrumente gehört, ist auf Taf. 10 in Fig. 2 dargestellt. Die Libelle ist eine ganz wenig gekrümmt ausgeschliffene mit Schwefeläther gefüllte Glasröhre a, welche in einer Metallröhre steckt und durch die Schrauben cc in ihrer Lage berichtigt werden kann. An der Röhre sind die Haken bb befestigt, welche über die Achse des Fernrohrs gehängt werden, und um durch die Wärme der Hand die Libelle nicht zu beeinflussen, sind in dd Handhaben, mittels welcher das Niveau aufgehängt wird. Das soeben beschriebene Niveau heißt ein Hängeniveau, während das auf derselben Tafel in Fig. 3 dargestellte Niveau die Stützen nach unten hat, auf die Achsen aufgesetzt und daher Aufsatzniveau genannt wird. Libelle, Correctionsschrauben und Handhaben sind bei demselben mit denselben Buchstaben wie vorhin bezeichnet.

Die Passageninstrumente werden aber auch sehr oft transportabel gebraucht, denn die zwischen Pfeilern aufgestellten sowie der Meridiankreis sind Instrumente fester Sternwarten. Ein transportables Passageninstrument, wie es gegenwärtig zu Zeitbestimmungen für die astronomischen Längenbestimmungen bei den Arbeiten der europäischen Gradmessung angewandt wird, ist auf Taf. 9 in Fig. 3 dargestellt. Es ist in dem Würfel, an welchem das Objectivende a des Fernrohrs sitzt, ein Prisma angebracht, durch welches das Licht um 90° reflectirt wird, und das Ocular befindet sich daher nicht in der Verlängerung der Röhre a, sondern in b. Man hat dadurch den Vortheil, daß das Auge am Ocular bei jeder Stellung des Fernrohrs sich in derselben Höhe befindet und das Niveau ee kann beständig auf der Fernrohrachse hängen bleiben. Das Fernrohr mit seinen Achsen ruht auf dem gußeisernen Stativ fff, an welchem Correctionsschrauben zur Berichtigung der Neigung und des Azimuths angebracht sind. An dem Ocularende des Fernrohrs ist ein Einstellungskreis c angebracht, welcher zum Aufsuchen der Sterne dient. Endlich ist noch in dd an dem Stativ eine besondere Vorrichtung, durch welche das Fernrohr in sehr kurzer Zeit in die Höhe gehoben und dann um 180° gedreht werden kann, wodurch, wenn man in beiden Lagen beobachtet, der Collimationsfehler eliminirt wird.

Dienen also gegenwärtig die Passageninstrumente hauptsächlich zu Zeitbestimmungen, so hat man auch zu directen Messungen der Höhen und Azimuthe der Sterne Instrumente mit Höhen- und Azimuthalkreisen, und diese werden Universalinstrumente genannt. Auf einem dreiarmigen Fußgestelle, welches Correctionsschrauben zur Horizontalstellung hat, befindet sich in der Mitte eine verticale Achse, an welcher ein Horizontalkreis befestigt ist. Von der Achse aus gehen nach oben hin Stützen, auf welchen eine horizontale Achse mit dem Fernrohr und einem Höhenkreise ruht. Oft ist der Horizontalkreis nur ein kleiner Kreis zu Einstellungen oder zum Aufsuchen der Sterne und der Höhenkreis der Hauptkreis, alsdann nennt man auch wol ein solches Instrument schlechtweg Höhenkreis. Ist dagegen der Höhenkreis Nebensache und will man hauptsächlich Horizontalwinkel messen, und ist daher der Azimuthalkreis der Hauptkreis, so wird das Instrument auch Theodolit genannt, in England auch Altazimuthinstrument.

Oefters und besonders zu Anfang dieses Jahrhunderts bediente man sich auch statt der Universalinstrumente der Multiplicationskreise, an welchen statt eines Fernrohrs zwei angebracht sind, wodurch die zu messenden Winkel zweimal oder mehrere mal aneinander gesetzt werden können, der Winkel also multiplicirt wird. Doch hat sich gezeigt, daß diese Multiplication der Winkel keine größere Genauigkeit als die Wiederholungen des einfachen Winkels gibt.

Auf Taf. 10 ist in Fig. 17 ein Multiplicationskreis von Troughton abgebildet. Die drei Füße des Stativs haben die Buchstaben AAA, eine Libelle l läßt den horizontalen Stand herstellen, B ist der Horizontalkreis; die Alhidade H, auf der auch ein Niveau sitzt, hat in D seine Klemme und trägt vier Nonien mit Lupen, wovon zwei in C und E sichtbar sind. Die Alhidade H trägt ferner vier Stützen IIII, auf welchen die Achse mit den Ferurröhren M und T (die Oculare sind in N und T) und den Höhenkreisen O und L ruht. An dem Fernrohr T ist ein horizontaler Arm mit einem Niveau angebracht, das bei jeder Multiplication des Winkels durch Drehung des Fernrohrs auf gleiche Theilstriche gebracht wird; in P und Q sind die Nonien des Alhidadenarmes PQ, in U eine Stütze mit einer Lupe R zur Ablesung des Höhenkreises, in KK noch Schienen zur Aufhängung einer Libelle; zur Beleuchtung in der Nacht dient eine in der Zeichnung sichtbare Lampe.

Ein Universalinstrument nach neuester Construction, wie die bewährte Anstalt von Repsold und Söhne in Hamburg sie anfertigt, ist auf Taf. 9 in Fig. 1 dargestellt. Von den drei Füßen des Stativs sind zwei sichtbar, in der Hülse a ist die verticale Achse, b der horizontale Kreis, welcher durch zwei etwas schrägstehende Mikroskope e e abgelesen wird. Das Fernrohr b sitzt an einem Würfel, in welchem wieder ein Prisma das Licht um 90° reflectirt, sodaß das Ocular in d angebracht ist. Zwei symmetrisch am Fernrohre angebrachte Höhenkreise werden der eine zur Einstellung benutzt, der andere g durch zwei Mikroskope, wovon das eine in f sichtbar ist, abgelesen. Durch ein Aufsatzniveau l kann man zu jeder Zeit die Neigung der Fernrohrachse bestimmen.

Diese Instrumente existiren natürlich in verschiedener Größe, je nach den Anforderungen, welche damit erreicht werden sollen. Ganz kleine mit dreizölligen Kreisen und sehr bequem für Reisende werden schon zu geographischen Ortsbestimmungen benutzt, wenn für selbige Bruchtheile von Minuten genügen, und eine einfache Art wurde von dem Engländer Kater angegeben und heißt Kater'scher Kreis. Mit Instrumenten, deren Kreise 5—6 Zoll Durchmesser haben, bestimmt man schon Winkel bis auf Bogensecunden, während Instrumente mit 10—12zölligen Kreisen angewandt werden zu den genauesten Messungen, bei welchen man Zehntel-Bogensecunden bestimmen will. Besonders werden diese Instrumente auch zu geodätischen Arbeiten

benutzt und bei Triangulationen erster Ordnung werden die größten Instrumente, bei Triangulationen zweiter und dritter Ordnung die kleinern und bei Katastervermessungen die kleinsten Instrumente verwandt.

Auf Reisen, zumal in unbekannten Gegenden, bedient man sich leicht transportabler Instrumente und sucht besonders diejenigen Werthe, welche man ermitteln will, z. B. Zeit und Breiten, durch solche Instrumente zu bestimmen, bei welchen nur ein Kreis oder ein Theil eines Kreises angewandt wird. Zu Höhen- und zu Distanzmessungen erfand bereits Newton ein Instrument mit zwei Spiegeln, an welchem durch Drehung des einen größern Spiegels das Bild des einen zu beobachtenden Gegenstandes auf einen andern kleinern Spiegel reflectirt wird, sodaß mittels des Fernrohrs, welches mit seinem halben Objective auf diesen Spiegel gerichtet ist, das reflectirte Bild mit dem eines andern Objectes zu gleicher Zeit gesehen und zur Deckung gebracht werden kann. Nachdem die beiden Bilder zur Deckung gebracht, liest man am Gradbogen den Drehungswinkel des großen Spiegels, der deshalb auf einer Alhidade sitzt, ab. Es läßt sich leicht zeigen, daß der Drehungswinkel nur die Hälfte der Winkeldistanz der beiden beobachteten Objecte ist und der Gradbogen ist daher gleich so eingetheilt, daß er die doppelten Winkel des Drehungsbogens angibt. Hadley wandte zu einem solchen Spiegelinstrument, um es transportabel zu machen, nur den sechsten Theil des Kreises, einen Gradbogen von 60 Graden an, der wegen der Verdoppelung der Winkel gleich in 120 Grade eingetheilt ist. Ein solches Instrument heißt der Hadley'sche Spiegelsextant und ist besonders für die Schiffahrt von Wichtigkeit. Auf Taf. 9, Fig. 7 ist es abgebildet; der Gradbogen a zeigt die Theilung, b ist die Alhidade, welche in d den großen Spiegel trägt, in e ist der kleine feststehende Spiegel, in c das auf diesen Spiegel gerichtete Fernrohr, und um die Sonne beobachten zu können, befinden sich in f Blendgläser, durch welche man das von dem großen Spiegel kommende Licht abblenden kann; in g ist die Handhabe, an welcher man das Instrument hält und in die Richtung der zu messenden Höhe resp. Distanz bringt und bei h ist die Lupe zum Ablesen des Nonius und der Kreistheilung.

Statt der Sextanten hat man in neuerer Zeit, da bei diesen Instrumenten ein Fehler, die Excentricität, der davon herrührt, daß der Mittelpunkt der Drehungsachse der Alhidade nicht mit dem Mittelpunkt der Kreistheilung zusammenfällt, aufgehoben wird, ganze Kreise eingeführt, bei welchen die Alhidade ein Durchmesser ist, der an beiden Enden Nonien trägt und durch deren Ablesung der Excentricitätsfehler eliminirt werden kann, indem er an den beiden Nonien vorkommt, an dem einen aber positiv, an dem andern negativ ist. Da statt des kleinen Spiegels ein total reflectirendes Prisma angebracht ist, wird dadurch auch ein anderer Uebelstand beseitigt, der bei dem Sextanten vorhanden ist. Die Construction des letztern erlaubt nämlich nur Winkel bis etwas über 120° zu messen und die Winkel bis zu 180° waren ausgeschlossen. Bei der Ersetzung des kleinen Spiegels durch ein Prisma kann man jeden Winkel von 0° bis 180° messen. In neuester Zeit sind diese Instrumente, welche Reflexionskreise, gewöhnlich aber Prismenkreise genannt werden, sehr viel an die Stelle der Sextanten getreten.

Taf. 9, Fig. 8 zeigt einen solchen Prismenkreis. a ist der die Theilung tragende Kreis, bb die Alhidade, auf welcher in d der große Spiegel sitzt, e ist das den kleinen Spiegel ersetzende Prisma, c das Fernrohr, zwischen welchem und dem Prisma wieder Blendgläser angebracht sind, f ist die Lupe zum Ablesen der Theilungen.

Zu erwähnen ist noch, daß man auf See die Höhe eines Gestirns direct über dem Meeresborizont mißt. Wegen der terrestrischen Refraction und auch wegen der Höhe des Auges über dem Meeresspiegel bedarf die gemessene Höhe einer kleinen Correction, welche die Depression des Horizonts oder die Kimmtiefe genannt wird. Bei Beobachtungen auf dem Lande dagegen bedient man sich eines künstlichen Horizonts, der entweder durch eine Flüssigkeit (meistens Quecksilber) gebildet wird, oder auch aus einer spiegelnden Glas- oder Metallplatte, welche vorher durch eine Wasserwage genau nivellirt wird, besteht.

Die soeben beschriebenen Instrumente werden meistens nur mit kleinen Fernröhren versehen, da das Messen bei ihnen die Hauptsache ist und nur bei Meridiankreisen verwendet man größere Fernröhre. Auf Sternwarten hat man aber viele lichtschwache Gestirne zu beobachten, zu welchen große Fernröhre von starker optischer Kraft erforderlich sind; diese erhalten eine andere Aufstellung, zu welcher der Aequator als Fundamentalebene angenommen wird und die wir im nächsten Abschnitt noch zu betrachten haben.

d) Teleskope, Refractoren, Aequatoreale

Als im Jahre 1608 in Holland das Fernrohr zuerst von Hans Lippershey, einem Brillenmacher zu Middelburg, und fast gleichzeitig auch von Jakob Metius erfunden war, während Jansen, Galilei, Fontana u. a. erst später Fernröhre bauten, war es Kepler vorbehalten, das Fernrohr theoretisch so zu construiren, wie die Astronomen es gegenwärtig noch gebrauchen. Das holländische und Galilei'sche Fernrohr bestand aus einem biconvexen Objectiv und einem biconcaven Ocular, wie wir es gegenwärtig noch bei Theaterperspectiven haben und man sieht dadurch die Gegenstände ganz so wie mit bloßem Auge in aufrechter Stellung; aber man übersieht nur einen kleinen Raum oder hat ein kleines Gesichtsfeld. Als Galilei auf die Objecte des Himmels starke Vergrößerungen anwandte (die stärkste, welche er hatte, war eine 30fache), konnte er nur einen ganz kleinen Theil des Himmels übersehen. Kepler nahm statt des biconcaven Oculars ein biconvexes, erreichte dadurch ein viel größeres Gesichtsfeld, sah aber die Gegenstände verkehrt, welches bei astronomischen Objecten, wenn man es weiß, durchaus von keinem Nachtheil ist. Kepler konnte aber auch, indem er dem einfachen biconcaven Ocular noch eine andere Linse zusetzte, den Gegenstand wieder umkehren und construirte dadurch ein terrestrisches Fernrohr, in ähnlicher Construction, wie es noch jetzt gebräuchlich, dessen Erfinder Rheita ist. Das Licht wird, durch je mehr Linsen es geht, um so schwächer und die Astronomen blieben daher bei dem ursprünglich Kepler'schen oder astronomischen Fernrohr, welches die geringste Anzahl von Linsen hat, stehen.

Descartes, Christ. Huyghens und andere beschäftigten sich, die Theorie des Fernrohrs zu verbessern, und letzterm gelang es, Fernröhre bis zu 10 Meter Brennweite mit 80 Millimeter Oeffnung herzustellen, wozu er auch schon eine 92fache Vergrößerung anwenden konnte. Der Ursachen, warum bei stärkerer Vergrößerung die Bilder zu undeutlich werden, sind zwei. Die eine hat ihren Grund darin, daß man die Linsen nach der Kugelform schleifen muß, wodurch die Strahlen, welche in der Mitte der Linse und die, welche in der Nähe des Randes durchgehen, sich nicht

in demselben Brennpunkt vereinigen; der dadurch entstehende Fehler heißt die sphärische Abweichung. Die andere Ursache ist, daß die Lichtstrahlen, welche durch das Objectiv gehen, gebrochen werden und die Bilder im Brennpunkt prismatische Farben zeigen; der entstehende Fehler wird die Farbenzerstreuung genannt. Wenn auch Konstantin Huyghens, Auzout und andere Optiker und Astronomen diese Fehler dadurch verringerten, daß sie den Objectivgläsern eine große Brennweite bis zu fast 200 Meter gaben, so glaubte man doch nach Newton's Untersuchungen nie im Fernrohr farbenfreie Bilder herstellen zu können.

Als Euler 1747 daran erinnerte, daß doch unser Auge die Gegenstände farblos sehe, schlug er vor, das Objectiv aus verschiedenen brechenden Flüssigkeiten, ähnlich unserm Auge, herzustellen; der schwedische Gelehrte Klingenstjerna wies nach, daß Newton sich geirrt habe und empfahl verschiedene Glassorten zu nehmen, und es gelang im Jahre 1758 dem englischen Optiker Dollond durch Zusammensetzung der beiden Glasarten, welche unter dem Namen Crown- und Flintglas bekannt sind, ein Objectiv zu verfertigen, welches fast farblos war und ein achromatisches Objectiv genannt wird.

Später haben die achromatischen Objective infolge genauer Rechnungen, besonders durch Fraunhofer noch eine große Verbesserung erhalten und gegenwärtig liefern die Werkstätten von Merz & Sohn (Fraunhofer's Nachfolger), Steinheil in München, Plößl in Wien, Pistor & Martins in Berlin, Schröder in Hamburg, Eichens in Paris, Simms und Cook in England, Fitz und Clarke in Amerika und andere achromatische Objective von beträchtlichen Dimensionen, auf die wir später bei den Sternwarten zurückkommen werden.

Bald nach Erfindung des Fernrohrs kam Mersenne, zuerst im Jahre 1639, auf den Gedanken — er publicirte ihn 1644 — statt der Glaslinsen Spiegel anzuwenden, aber erst Gregory gab im Jahre 1663 die Idee an, wie ein solches Spiegelinstrument zusammengesetzt werden könnte und Hooke verfertigte 1674 das erste Instrument dieser Art, während eine andere Construction der Spiegeltelestope von Newton im Jahre 1672 erfunden war. Da bei den Spiegeltelestopen wegen der Reflection nicht der Fehler der Farbenzerstreuung existirte, wurden im 18. Jahrhundert diese Instrumente den großen Fernröhren vielfach vorgezogen. Nach der Erfindung der Achromasie und besonders seit Fraunhofer's großen Verbesserungen sind wieder die Fernröhre oder Refractoren in große Ausnahme gekommen, besonders weil sie sich länger halten und weniger Sorgfalt in der Conservirung bedürfen als die Reflectoren, deren Spiegel öfter nachpolirt werden müssen. Unsere lichtstärksten Instrumente sind noch gegenwärtig die Reflectoren.

Im vorigen Jahrhundert war es besonders William Herschel, der Spiegeltelestope von vorzüglicher Güte verfertigte; erst baute er sich eins von $1\frac{1}{2}$ Meter Länge, später Hunderte von 2 und 6 Meter, mehrere von 8 Meter Brennweite. Sein größtes Spiegeltelestop hatte einen Spiegel von $1\frac{1}{4}$ Meter Oeffnung, über 12 Meter Brennweite und die stärkste Vergrößerung war eine 7000fache. Mit ebenso großen Reflectoren hat John Herschel seine Beobachtungen in England und am Cap angestellt, Lassel hat sich ein ebenso großes gebaut, Lord Rosse in Irland aber das größte, dessen Brennweite 17 Meter beträgt und dessen Spiegel über 1,8 Meter Durchmesser hat. Der Spiegel des Rosse'schen Instruments ist 7600 Pfund schwer, das dazu gehörige Rohr wiegt 13,200 Pfund.

Zu diesen Telestopen von so bedeutenden Dimensionen sind nun ganz besondere Vorrichtungen gemacht, um sie bewegen zu können. Das große Herschel'sche Spiegeltelestop ist auf Taf. 10 in Fig. 7 dargestellt. Das 12 Meter lange Rohr DD hat in A seinen Drehpunkt und ist durch eine Menge von Stricken, die an einem Balken AFFA über Rollen gehen und bei EE mittels Kurbeln verkürzt und verlängert werden können, beweglich. Auf das vordere Gerüst GG muß der Beobachter hinaufsteigen, um zu einer Tribüne in H zu gelangen. Er hat dort seinen Standpunkt und sieht durch ein Ocular direct auf den im großen Rohr am untern Ende befindlichen Spiegel hinein, und wenn auch der Kopf des Beobachters etwas von dem in das Rohr fallenden Lichte fortnimmt, so ist dieser Lichtverlust wegen der Größe des Spiegels doch nur ein sehr geringer. Diese directe Einsicht, von Herschel selbst erfunden, ist für ein so großes Telestop diejenige, bei welcher noch am wenigsten Licht verloren geht, da bei der Gregory'schen Construction des Spiegeltelestops das Licht, bevor es in das Ocular gelangt, noch erst auf einen kleinen Hohlspiegel fällt und zurück in eine Oeffnung im großen Spiegel reflectirt wird, bei welcher Reflexion viel Licht verloren geht. Bei dem Newton'schen Spiegeltelestope findet ein Gleiches statt, das Licht fällt von dem großen Spiegel auf einen kleinen, unter 45° gegen die optische Achse geneigten Spiegel und in ein an der Seite der Röhre befindliches Ocular (siehe die Construction des Gregory'schen und Newton'schen Telestops im „Atlas der Physik", Taf. 5, Fig. 38 und 39).

Das Lassel'sche Spiegeltelestop befindet sich auf Taf. 9 in Fig. 6 abgebildet. Die Aufstellung ist eine festere als die oben beschriebene des Herschel'schen Telestopes; das aus Eisenstäben bestehende Rohr a ruht zwischen Lagern b, welche auf einem der Weltachse parallel stehenden Conus, der in 1 einen Stundenkreis hat, befestigt sind. Der Durchmesser des Spiegels beträgt über $1\frac{1}{2}$ Meter. Der horizontale Unterring a trägt das auf Rollen verschiebbare Beobachtungsthürmchen dddd, aus welchem oben der Beobachter heraustritt, um direct mit dem Ocular in das Rohr zu sehen.

Die großen Reflectoren werden gewöhnlich mit einem Stativ versehen, dessen Hauptachse parallel der Weltachse ist, sodaß die an den Achsen angebrachten Kreise parallel dem Aequator und senkrecht darauf gerichtet sind. Eine solche Aufstellung heißt die parallactische, und ein solches Instrument, besonders wenn die Kreise zu genauen Ablesungen eingerichtet sind und man daher genaue Bestimmungen des Stundenwinkels und der Declination ausführen kann, heißt Aequatoreal.

Das Aequatoreal der Leipziger Sternwarte ist auf Taf. 9 in Fig. 4 abgebildet. Das Stativ besteht aus einer gußeisernen Säule a, auf welcher ein eiserner Kasten b in der Richtung nach dem Nordpol festsitzt, in welchem die Polarachse des Instruments angebracht ist. Senkrecht auf der Polarachse steht der Kasten c, in welchem die Declinationsachse liegt, die an dem einen Ende das 4 Meter lange Fernrohr dd trägt, während am andern Ende in m das Gegengewicht sitzt. Die Achsen selbst sind hohl und die Gegengewichte in m und das untere Gegengewicht am Ende der Stundenachse sind befestigt an besondere im Innern der Achse frei schwebende Stangen, damit jede Durchbiegung der Achsen vermieden wird. Das Gegengewicht in m an dem Kasten b sitzend, hält zwei Frictionsrollen, die gegen die Stundenachse drücken, das Gleichgewicht,

um dadurch die Reibung möglichst zu verringern. In f sind zwei Kreise angebracht, wovon der untere mit einem Nonius versehene als Einstellungskreis dient und durch einen kleinen Planspiegel des Nachts beleuchtet wird; der obere mit Mikroskopen ablesbare Kreis läßt die Stundenwinkel bis auf $^1/_{100}$ Zeitsecunden ermitteln. In g und g sind die Declinationskreise, wovon wieder der untere mit Nonius versehene als Einstellungskreis dient, während der obere mikroskopische Ablesung hat und bis auf $^1/_{10}$ Bogensecunden die Declination finden läßt. An dem Fernrohr dd befindet sich in h ein kleineres Fernrohr, welches parallel dem großen und mit schwacher Vergrößerung versehen ein möglichst großes Gesichtsfeld hat und zum leichten Aufsuchen von Sternen verwandt wird und der Sucher heißt. In oo sind die Handhaben des ganz aus Messing bestehenden Fernrohrs, in n ist eine Klemme, mit welcher das Fernrohr festgeklemmt wird. Unten am Fernrohr in e ist ein besonderes Mikrometer, Fadenmikrometer genannt, in welchem Spinnefäden aufgespannt sind und das um seine Achse drehbar und mit einem Kreise versehen ist, um Positionswinkel bestimmen zu können. In l erblickt man eine Gaslampe, deren Licht durch Prismen in das Fernrohr geworfen wird und zwar, je nachdem es der Beobachter wünscht, das Feld beleuchtet und die Fäden schwarz auf hellem Hintergrunde oder umgekehrt, die Fäden beleuchtet und sie in dunkelm Hintergrunde weiß erscheinen läßt. Die erste Art der Beleuchtung (Feldbeleuchtung) wird angewandt bei der Beobachtung hellerer Objecte, die letztere (Fadenbeleuchtung) bei schwachen Objecten.

Da vermöge der Umdrehung der Erde ein Stern, wenn er im Felde des Fernrohrs steht, rasch sich aus demselben fortbewegt, ist, um diese Fortbewegung zu verhüten, eine Einrichtung getroffen, durch welche das Fernrohr dem Sterne folgt und in 24 Stunden einen Umlauf um seine Achse macht. Diese Vorrichtung besteht in einem Uhrwerk, das in der Säule a sitzt und mittelst der Uebertragung den obern Stundenkreis in Bewegung setzt. Von dem Uhrwerk sieht man in unserer Zeichnung nur die Schnüre mit dem das Instrument treibenden Gewichte. Endlich stellen pp Tritte vor, auf welche man steigt, um das obere Mikroskop ablesen zu können.

An dem Instrumente erblickt man das Fadenmikrometer nur von außen, und daher ist selbiges auf derselben Tafel in Fig. 12 im Querschnitt noch besonders abgebildet. Man sieht dort einen horizontalen und fünf verticale feststehende Fäden, der eine verticale Faden in der Mitte ist ein beweglicher, dessen Stellung gegen die festen Fäden die Mikrometerschraube a anzeigt. Der Positionskreis hat in c und 180° davon entfernt zwei Nonien, durch welche Minuten ablesbar sind; in d ist eine Mikrometerschraube, um kleine Bewegungen des Fadenmikrometers gegen den Positionskreis hervorbringen zu können; in b ist noch der Kopf eines Triebrades, durch welches das ganze Mikrometer gegen die feststehenden Fäden bewegt werden kann, sodaß man jeden der Fäden nach Belieben in die Mitte des Gesichtsfeldes stellen kann

Andere Mikrometer, die man in Refractoren oder Reflectoren anwendet, sind noch auf Taf. 10 in Fig. 8, 9, 10, 11 und 14 sichtbar. Fig. 8 stellt ein aus concentrischen Ringen bestehendes Mikrometer vor, welches man gewöhnlich in Glas ausführt. Fig. 9 ist ein Rautenmikrometer, im vorigen Jahrhundert viel angewandt, jetzt fast außer Gebrauch gekommen. Fig. 10 zeigt uns ein Ringmikrometer, bei welchem der Ring gewöhnlich aus Stahl besteht, daher in der Nacht ganz schwarz erscheint und bei dem spärlichen Sternenlichte immer sichtbar ist. Da der Ring von dem Künstler gut rund, fast vollkommen fehlerfrei hergestellt werden kann und bei jeder Montirung, auch der nicht parallactischen, dieselben Dienste leistet, ist es meistens dasjenige Mikrometer, welches außer dem Fadenmikrometer angewandt wird.

Fig. 11 bildet ein Fadennetz, wie es vielfach auch in Passageninstrumenten und Meridiankreisen vorkommt. Gewöhnlich sind die Fäden Spinnefäden, verwendet werden auch Platina-, Gold- und Silberfäden; oft sind die Linien des Mikrometers auch auf Glas gezogen. Fig. 14 zeigt ein Mikrometer mit drei Spitzen, die durch eine Schraube beweglich sind und dies Spitzenmikrometer ist in neuester Zeit mehrfach bei spectralanalytischen Untersuchungen angewandt, um damit die Lage der schwarzen Linien oder der Banden im Stern-, Nebel- oder Kometenspectrum zu messen.

Mittels der Mikrometer bestimmt man bei den Refractoren oder Reflectoren gewöhnlich die Differenzen in Rectascension und Declination zwischen einem bekannten Stern und dem neu zu bestimmenden himmlischen Object. Das Fadenmikrometer am Aequatoreal gibt diese Differenz direct, und zwar sind die Zeitdifferenzen bei den Durchgängen der Gestirne direct die Differenzen in gerader Aufsteigung, während die Unterschiede zwischen dem festen und beweglichen Faden, indem man auf den ersten das zuerst das Fernrohr passirende Gestirn, auf den letztern das andere Gestirn bringt, den Declinationsdifferenzen entsprechen, wozu aber die Kenntniß des Werthes einer Umdrehung der Mikrometerschraube nöthig ist.

Bei dem Ringmikrometer beobachtet man die Ein- und Austritte der Gestirne und kann aus dem Mittel und der Differenz derselben, wenn der Durchmesser des Ringes bekannt ist, die Rectascensions- und Declinationsdifferenzen berechnen.

e) Heliometer. Sonstige Apparate und Instrumente auf Sternwarten.

Positions- und Distanzmessungen geschehen am Aequatoreal nur mit dem Fadenmikrometer und ergeben sich diese Daten durch den Positionskreis und die Mikrometerschraube, indem das eine Gestirn auf einen festen, das andere auf den beweglichen Faden gebracht wird. Da das Gesichtsfeld gewöhnlich nicht sehr groß, und beide zu messenden Sterne im Felde sichtbar, womöglich nahe in der Mitte stehen müssen, kann man nur kleine Distanzen messen.

Schon im vorigen Jahrhundert ersann Bouguer ein anderes Instrument, um Distanzen messen zu können, er brachte zwei gleiche Objective nebeneinander in ein Fernrohr und maß durch Verstellung der Objective gegeneinander den Durchmesser der Sonne.

Dollond kam auf den Gedanken, die beiden Objective durch zwei Hälften eines Objectivs, welches längs eines Durchmessers zerschnitten war, zu ersetzen. Instrumente mit solchen durchschnittenen Objectiven werden, weil Bouguer zuerst mit einem ähnlichen den Durchmesser der Sonne gemessen, Heliometer genannt. Fraunhofer und Utzschneider und deren Nachfolger Merz und Mahler und Merz und Sohn haben diese Instrumente in größern Dimensionen für die Sternwarten in Königsberg, Bonn, Pulkowa und Oxford hergestellt. Beide Hälften des Objectivs werden vermittels Mikrometerschrauben gegeneinander bewegt und erlauben von nahestehenden Sternen bis zu etwa ein Grad Entfernung die genauesten Distanzmessungen, wobei aber nicht vergessen werden darf, auf die Fehler

der Schrauben, ihre Aenderungen durch Temperatur, auf Durchbiegung Rücksicht zu nehmen.

Das Heliometer, welches die pulkowaer Sternwarte besitzt, ist auf Taf. 9 in Fig. 2 dargestellt. Es ist parallactisch auf dem Steinstativ a montirt, in b ist die Polarachse, in c die Declinationsachse, in m der Stundenkreis, welcher durch ein Uhrwerk mit der Achse in 24 Stunden einmal herumgetrieben werden kann. In l ist der Declinationskreis, dd ist das Fernrohr mit dem durchschnittenen Objectiv; in e ist ein Sucher parallel dem großen Fernrohr, in g die Mikrometerschrauben zur Bewegung der Objectivhälften, welche durch die Schlüssel h vom Ocular i ausgeführt werden können. f ist ein Hülfsfernrohr zur Ablesung der Scala an der Mikrometerschraube g, in kkkk sind Gegengewichte sowol für das Fernrohr als auch für den Sucher, für die Mikrometerschraube und zu den Frictionsrollen.

Außer einem oder mehrern größern Instrumenten besitzt jede Sternwarte noch eine Menge von Hülfsapparaten. So ist z. B. auf Taf. 10 in Fig. 12 ein Hülfsapparat zur Bestimmung der Libellentheile auf den Niveaux dargestellt. Die Libelle oder auch das ganze Niveau wird in die Lager aa gelegt und eine Mikrometerschraube mit einer Scheibe b so lange gedreht, bis die Libelle auf bestimmte Theilstriche steht. Dreht man die Mikrometerschraube etwas weiter, so zeigt die Libelle andere Theile an und die Differenz dieser Libellentheile entspricht der Differenz der Theile, die die Scheibe auf der Mikrometerschraube anzeigt. Hat man nun ermittelt, wie viel Secunden ein Theil der Scheibe b ist, so läßt sich sofort berechnen, wie viel Secunden ein Niveautheil hat. Erwähnt mag noch werden, daß die Niveautheile, welche einem Intervall von etwa 2 bis 3 Millimeter entsprechen, bei den kleinen Universalinstrumenten etwa 10″ sind, bei den größern 2 bis 3″ und bei den genauesten Libellen zu den Meridiankreisen etwa 1″ in Bogen. Der Krümmungshalbmesser der Libelle läßt sich daraus berechnen und beträgt z. B. für das Intervall von 2 Millimeter zu 10 Secunden 41.3 Meter, zu einer Secunde 413 Meter.

Ein anderer Hülfsapparat ist auf Taf. 10 in Fig. 5 enthalten und heißt Chronograph oder Registrirapparat. Er ist ähnlich eingerichtet wie die elektrischen Telegraphen nach Morse's System. Durch ein Uhrwerk, dessen regelmäßige Bewegung das Pendel b vermittelt, bewegt sich ein Arm a, durch welchen ein Papierstreifen f, der um die Rolle d gewunden ist, fortbewegt wird. Eine Secundenuhr steht mit einem Elektromagneten an diesem Apparate in Verbindung und die Spitze eines Hebelarms, an welchem der Anker des Elektromagneten sitzt, gibt von Secunde zu Secunde auf dem sich abrollenden Papierstreifen Punkte in gleichen Intervallen an. Sobald man beobachtet und ein Gestirn durch den Faden des Fernrohrs geht, drückt man auf einen Taster und der Hebelarm am Anker eines zweiten Elektromagneten verursacht auf dem Papierstreifen einen andern Punkt, dessen Lage zu den Secundenpunkten genau bestimmt werden kann, wodurch die Durchgangszeit des Sterns durch den Faden ermittelt ist. An dem Registrirapparat ist in c ein Galvanoskop zur Prüfung der Stärke des elektrischen Stroms und noch verschiedene kleine Hülfsapparate angebracht.

Die Chronographen oder Registrirapparate wurden in die Astronomie bald nach Erfindung der Telegraphie eingeführt, zuerst in Amerika, und sind in verschiedener Form hergestellt. An einigen Sternwarten ist statt des Streifens ein Blatt Papier um eine Walze gespannt, auf welchem die Uhr- und Signalpunkte für den Durchgang des Sterns markirt werden. Der hier abgebildete auf der leipziger Sternwarte befindliche Chronograph ist in der angegebenen Form zuerst von Hansen in Gotha beschrieben.

In Fig. 1 auf derselben Tafel ist ein anderes, auf vielen Sternwarten vorhandenes Instrument, ein Photometer, dargestellt, mit welchem die Helligkeiten der Sterne gemessen werden. Auf einem Stativ ist eine drehbare Achse i, auf der eine horizontale Achse steht, die in a ein Gefäß für Petroleum trägt, welches durch eine communicirende Röhre mit einer Lampe in Verbindung steht, zu der durch die Röhren g die Luft zugeführt wird. b ist ein durch das Gegengewicht h balancirtes Fernrohr, welches auf jeden beliebigen Stern am Himmel gerichtet werden kann. Durch eine senkrecht zum Fernrohr stehende Röhre, in welcher eine Linse sitzt, und durch einen unbelegten Glasspiegel im Fernrohr, erzeugt man von der Flamme im Fernrohr einen künstlichen Stern. In der Röhre befinden sich zwei Nicol'sche Prismen, welche das Licht von der Flamme polarisiren, und durch die Drehung der Nicols gegeneinander, welches durch den Hebelarm d geschieht, kann das polarisirte Licht des künstlichen Sterns abgeschwächt werden. Wenn man den künstlichen Stern mit einem im Fernrohr direct gesehenen zu gleicher Helligkeit bringt und dasselbe Verfahren mit einem andern Stern am Himmel anstellt, läßt sich aus der Größe der Drehung der Nicols, welche Drehung an dem Theilkreise c abgelesen wird, die Lichtmenge der beiden Sterne am Himmel zueinander berechnen, da die Physik lehrt, daß die Lichtmengen, welche durch die Nicol'schen Prismen gehen, sich wie die Quadrate der Cosinusse der von einem bestimmten Nullpunkte an gewählten Drehungswinkel verhalten.

Die Sterne am Himmel sind aber oft verschiedenfarbig und deshalb ist in der Röhre noch ein senkrecht auf die Achse geschliffener Bergkrystall angebracht, durch dessen Drehung es möglich ist, das Licht des künstlichen Sterns von gleicher Farbe mit der des natürlichen Sterns zu machen. Das Maß der Drehung wird an dem Kreis e abgelesen. Das Instrument mit den Nicol'schen Prismen und dem aus Bergkrystall bestehenden Colorimeter hat zuerst Zöllner construirt und heißt daher ein Zöllner'sches Photometer.

Andere kleinere Instrumente, die sich noch auf Sternwarten befinden, kommen auch oft in physikalischen Cabineten vor und sind theils schon in dem Abschnitt Physik erwähnt.

f) Sternwarten.

Wo und wie die alten Chaldäer, Aegypter und Chinesen beobachtet haben, ist uns nicht genau bekannt, höchstwahrscheinlich gingen sie einfach ins Freie und bedienten sich sehr bald, um ganz freie Aussicht zu haben, der Thürme.

Die Sternwarte in Alexandrien, an welcher Hipparch und Ptolemäus beobachteten, war an der Bibliothek der alexandrinischen Akademie und höchst wahrscheinlich auf der Plattform eines Thurms. Ulug Beigh in Samarkand beobachtete ebenfalls auf einem Thurme und werden alle Astronomen des Mittelalters, um den Horizont frei zu haben, die Thürme allen andern Beobachtungsorten vorgezogen haben. Der Landgraf Wilhelm IV von Hessen ließ auf seinem Schlosse in Kassel im Jahre 1561 ein Observatorium errichten; die Sternwarte in Kopenhagen wurde auf dem runden Thurme in den Jahren 1632—56 erbaut; Hevel beobachtete auf seinem eigenen Hause in Danzig, wo

er 1641 eine Sternwarte errichtete; in Prag, in Wien, an vielen Orten in Italien verwandte man Thürme zu Sternwarten. Man kann gewöhnlich von den Thürmen den ganzen Himmel bis zum Horizont übersehen, und solange als die Instrumente nur zum Beschauen der Gestirne angewandt wurden, resp. zur rohen Messung, genügten solche Thürme vollständig. Um genaue Messungen anzustellen, bedürfen aber die Instrumente der festen Aufstellung und einer gegen den Wind und sonstige Witterungsverhältnisse besonders geschützten Lage; außerdem ist der Vortheil, die Sterne bis zum Horizonte zu sehen, nur ein illusorischer, da die Verzerrungen der Bilder, das starke Funkeln der Sterne, die von wechselnden Temperaturen, von auf- und niedersteigenden Luftströmungen herrührende veränderliche Strahlenbrechung, genaue Beobachtungen der Gestirne in der Nähe des Horizonts schwer erlaubt. Den Instrumenten kann man, wenn sie nicht in der Höhe aufgestellt werden, eine viel größere Festigkeit geben als auf Thürmen, und schon Tycho de Brahe suchte sich zu einer Sternwarte die Insel Hveen im Sunde aus, um fast zur ebenen Erde, frei von Erschütterungen und in der Stille der Zurückgezogenheit die Beobachtungen anstellen zu können. Die hohen Sternwarten sind daher gegenwärtig fast ganz verlassen; eine freie doch etwas geschützte Lage, ein solider fester Bau mit isolirten von den Ringmauern getrennten Fundamenten, sind jetzt die Hauptbedingungen bei der Anlage einer Sternwarte. Die Beobachtungsräume, welche als nothwendig erforderlich in einer neuen Sternwarte bezeichnet werden können, sind ein Meridiansaal, wo entweder ein Passageninstrument im Meridian (Mittagsrohr) oder ein Meridiankreis aufgestellt werden, und ein Raum mit einer drehbaren Kuppel, in der ein größeres Instrument, ein Aequatoreal, seinen Platz finden kann. Wünschenswerth ist auch noch ein Beobachtungsraum mit einem Durchschnitt von Ost nach West, sowie einige Beobachtungsräume für kleinere Instrumente und eine Plattform oder Terrasse, um einzelne Beobachtungen ganz unter freiem Himmel anstellen zu können. Da der Astronom zu seinen Beobachtungen ruhige Luft braucht, die nur bei möglichst gleichen Temperaturen vorhanden ist, werden gewöhnlich die Mauern der Beobachtungsräume leicht gebaut, damit sie rasch die Temperatur der äußern Luft annehmen können, und für gute Ventilation, um schnell die Temperatur der innern Luft mit der der äußern auszugleichen, wird gesorgt. Da ferner in unsern Gegenden der Himmel selten klar, im Jahre nur an 100 bis 120 Abenden, ist der Astronom genöthigt, jeden heitern Moment zu benutzen, welches nur geschehen kann, wenn die Wohnungsräume sich unmittelbar an der Sternwarte befinden.

Betrachten wir die gegenwärtig thätigen Sternwarten, so ist ihre Zahl auf der ganzen Erde nicht sehr groß, etwa 100. Eine große Anzahl derselben sind in Universitätsstädten, damit der Director der Sternwarte gleich die Lehren der Sternkunde an der Universität vortragen kann, und nur in einigen Ländern gibt es von Lehranstalten getrennte Institute, in welchen der Astronom ganz und gar dem Dienste der Urania sich widmen kann.

Die Astronomie ist eine Wissenschaft, welche durch ihre Beschäftigung und ihre interessanten Resultate sich stets Freunde und Liebhaber gewonnen hat, die nicht unwesentlich zur Bereicherung der Wissenschaft haben beitragen können; es existiren daher auch einige Privatsternwarten und besonders in solchen Ländern, in welchen die Wichtigkeit der Astronomie als Förderung der Schiffahrt gewürdigt wird.

Nehmen wir die Sternwarten in alphabetischer Ordnung durch, so hat Deutschland Observatorien in folgenden Orten.

Altona, Director gegenwärtig Peters, hat eine kleine von Schumacher 1823 errichtete Sternwarte, welche lange Zeit als Mustersternwarte galt; ein Reichenbach'scher Meridiankreis und ein Aequatoreal mit Objectiv von 160 Millimeter Oeffnung sind die Hauptinstrumente.

Berlin hatte eine erste Sternwarte 1711 auf einem Thurme hinter der Akademie errichtet, welche 1832—35 durch eine neue Sternwarte, unter Ende erbaut, ersetzt wurde. Von zwei Meridiankreisen mit Kreisen von 1 Meter Durchmesser von Pistor und Martins hat der eine 190, der andere 110 Millimeter Oeffnung, das Aequatoreal (Refractor) von Utzschneider und Fraunhofer hat 240 Millimeter Oeffnung. Director ist Förster.

Bilk hat eine kleine Privatsternwarte, aus einer Stiftung Benzenberg's, seit dem Jahre 1846 der Stadt Düsseldorf gehörig. Director Luther hat dort eine große Anzahl kleiner Planeten entdeckt.

Bonn besitzt eine schöne Universitätssternwarte, unter dem gegenwärtigen Director Argelander erbaut. Ein Heliometer mit Objectiv von 160 Millimeter, ein Meridiankreis von Pistor und Martins mit 110 Millimeter Oeffnung sind die Hauptinstrumente.

Bothkamp bei Kiel in Holstein besitzt eine Privatsternwarte von Herrn von Bülow 1870 vollendet, versehen mit einem vorzüglichen Aequatoreal von 290 Millimeter Oeffnung. Dr. Vogel, der Leiter dieser Sternwarte, beschäftigt sich hauptsächlich mit spectral-analytischen Untersuchungen der Gestirne.

Breslau (Galle ist Director) hat eine kleine Sternwarte auf dem Universitätsgebäude, den jetzigen Anforderungen nicht mehr entsprechend.

Gotha, wo die erste Sternwarte von Zach 1791 auf dem Seeberge erbaut wurde, hat jetzt eine neue Sternwarte in der Stadt unter Hansen's Leitung. Das Hauptinstrument ist ein Aequatoreal von 110 Millimeter Oeffnung, mit einer von Hansen erfundenen eigenthümlichen Montirung, in der auf Aufhebung der Durchbiegung der Achsen besonders Rücksicht genommen ist.

Göttingen besitzt eine Universitätssternwarte, unter Gauß 1813—15 erbaut, mit einem Reichenbach'schen und einem Repsold'schen Meridiankreise. Director ist gegenwärtig Klinkerfues.

Hamburg (Director C. Rümker), hat eine Sternwarte, theils auch nautischen Zwecken gewidmet, unter C. Rümker 1830 vollendet, mit einem Repsold'schen Meridiankreise von 110 Millimeter Oeffnung und einem Aequatoral von 260 Millimeter Oeffnung.

Königsberg (Director E. Luther), hat eine Universitätssternwarte, welche unter Bessel von 1811—13 erbaut wurde, mit einem Repsold'schen Meridiankreis und einem vorzüglichen Heliometer von Fraunhofer von 160 Millimeter Oeffnung.

Leipzig hatte seine Universitätssternwarte von 1794—1861 auf der Pleißenburg und besitzt seit 1861 eine neue unter dem gegenwärtigen Director Bruhns erbaute mit einem Meridiankreis von Pistor und Martins von 160 Millimeter Oeffnung und einem Aequatoreal von 220 Millimeter Oeffnung.

Lübeck hat eine kleine nautische Sternwarte unter Director Thiel's Leitung.

Manheim (Director Schönfeld), besitzt seit 1772 eine Sternwarte auf einem hohen Thurme.

München (Director Lamont) hat seit 1817 eine gute Sternwarte in Bogenhausen unter Soldner erbaut, das Hauptinstrument ist ein Fraunhofer'scher

Refractor von 270 Millimeter Oeffnung und ein Meridiankreis (1 Meter Durchmesser) von Reichenbach von 110 Millimeter Oeffnung.

Kleinere Sternwarten waren früher thätig in Danzig, Marburg, Speier, Tübingen, auch existiren solche in Halle, Jena u. s. w.

Oesterreich hat zwei Sternwarten in Wien, die eine unter C. von Littrow's Direction auf dem alten Universitätsgebäude, die andere ist eine Privatsternwarte von dem Astronom Th. von Oppolzer erbaut; ferner eine Sternwarte in Prag (Director Hornstein), eine in Krakau (Director Karlinski), eine in Kremsmünster (Director Abt Reslhuber); vier davon befinden sich auf hohen Gebäuden, nur Krakau entspricht den jetzigen Anforderungen an Sternwarten theilweise. Die Instrumente sind in Wien und Krakau Meridiankreise von 1 Meter und Aequatoreale mit etwa 160 Millimeter Oeffnung.

Die Sternwarten in Ofen, Olmütz und Senftenberg (die beiden letzten Privatsternwarten) sind eingegangen.

Die Schweiz hat eine kleine Sternwarte in Genf (Director Plantamour), eine neue 1859 unter Hirsch erbaute in Neuenburg, mit einem Meridiankreis von 1 Meter Durchmesser und 130 Millimeter Oeffnung von Ertel in München, und eine neue eidgenössische Sternwarte in Zürich (Director Wolf).

Italien besitzt Sternwarten in Bologna; in Florenz (Director Donati) wird eine neue mit einem großen Refractor von 240 Millimeter Oeffnung gebaut; in Mailand (Director Schiaparelli) ist eine Universitätssternwarte auf dem Gebäude Brera; in Modena ist Ragona Director; in Neapel ist Gasparis Director und hat eine neue Sternwarte mit einem Repsold'schen Meridiankreis erhalten; in Padua ist Director Santini; in Palermo ist Director Cacciatore, unter Piazzi hatte die Sternwarte eine große Berühmtheit; in Rom gibt es zwei Sternwarten: eine auf dem Capitol unter Respighi und eine im Collegio Romano unter Secchi, diese mit einem Aequatoreal von 240 Millimeter Oeffnung; ferner ist noch eine kleine Sternwarte in Turin auf einem Thurme.

Griechenland besitzt eine Sternwarte in Athen, 1847 vom Baron von Sina errichtet, wo mit noch kleinen Instrumenten Jul. Schmidt thätig ist.

Rußland besitzt eine Menge sehr schöner neuer Sternwarten. In Dorpat (1804 erbaut) wurde unter W. Struve ein Refractor von 240 Millimeter Oeffnung und ein Reichenbach'scher Meridiankreis erworben. Struve's Nachfolger wurde Mädler und gegenwärtig ist Claußen Director. In Helsingfors, 1831—33 unter Argelander errichtet, befindet sich ein Reichenbach'scher Meridiankreis und ein Refractor von 170 Millimeter Oeffnung, Director ist jetzt Krüger. In Kasan (Director Kowalski) ist die Sternwarte 1814 erbaut, sie besitzt einen Fraunhofer'schen Refractor von 240 Millimeter Oeffnung. In Moskau (Director Schweizer) ist ein Repsold'scher Meridiankreis und ein Refractor von 270 Millimeter Oeffnung. Nicolajeff, Director Hübner, hat eine Navigationssternwarte; eine Universitätssternwarte ist in Odessa (Director Berkiewicz). In Kiew (Director Chandrikow) hat die Sternwarte einen Refractor von 240 Millimeter Oeffnung, in Wilna (Director Smislow) einen heliographischen Apparat, um Sonnenphotographien anzufertigen; in Warschau ist 1824 eine Sternwarte vollendet, in der sich ein Reichenbach'scher Meridiankreis befindet. Director ist gegenwärtig Wostokoff. In Petersburg ist eine Universitätssternwarte unter Sawitsch's Direction auf einem Thurme. In Pulkowa ist die größte Sternwarte, 1839 unter W. Struve vollendet, dem als Director sein Sohn O. Struve folgte, ausgerüstet mit den vorzüglichsten Instrumenten, mit einem Repsold'schen Meridiankreis von 1 Meter und 140 Millimeter Oeffnung, einem Refractor von 380 Millimeter Oeffnung, einem Heliometer von 190 Millimeter Oeffnung und einer großen Menge neuer Instrumente, z. B. einem Verticalkreise u. s. w.

Schweden und Norwegen besitzen Sternwarten in Lund, 1866 erbaut, Director ist Möller, mit einem Refractor von 240 Millimeter Objectivöffnung; in Upsala, Director Svanberg, erbaut 1854, mit einem ebenso großen Instrumente als in Lund. Eine akademische Sternwarte ist in Stockholm, Director Gyldén, eine Universitätssternwarte hat ferner Christiania, Director Fearnley, mit einem Repsold'schen Meridianinstrument und einem Refractor von 190 Millimeter Oeffnung. Eine kleine Sternwarte ist noch in Bergen.

Dänemark hat eine neue Sternwarte, im Jahre 1858 erbaut, in Kopenhagen unter d'Arrest's Leitung mit einem Meridiankreis von Pistor und Martins von 130 Millimeter Oeffnung und einem Refractor, dessen Objectiv 270 Millimeter Oeffnung hat.

Großbritannien und Irland besitzt eine sehr große Anzahl von Sternwarten, sowol Staats-, Universitäts- als Privatsternwarten. Die Sternwarte in Greenwich wurde 1674 vollendet, und Flamsteed war ihr erster Director, dem Halley, Bradley, Bliß, Maskelyne, Pond und Airy folgten; sowol unter Bradley wie unter Airy wurden die Instrumente erneuert und gegenwärtig sind die Hauptinstrumente ein Meridiankreis mit 200 Millimeter Oeffnung, ein Aequatoreal von 325 Millimeter Oeffnung und ein Altazimutalinstrument. Oxford hat eine Sternwarte, zur Zeit unter R. Mains' Leitung, zu der der Herzog von Marlborough das Terrain, Dr. Radcliffe die Mittel schenkte, und die 1772 gegründet wurde. Die Sternwarte besitzt jetzt einen Meridiankreis, sowie ein Repsold'sches Heliometer von 190 Millimeter Oeffnung. Eine Sternwarte in Cambridge (Director Adams) ist 1820 errichtet, der Meridiankreis hat 130 Millimeter Oeffnung, ein vom Herzog von Northumberland geschenktes Aequatoreal mißt 325 Millimeter Oeffnung. Dublin ist in neuester Zeit unter Brünnow's Direction mit einem Aequatoreal von 300 Millimeter Oeffnung versehen und erhält einen großen Meridiankreis von Pistor und Martins. Die Sternwarte in Durham steht unter Chevallier's Direction; die 1818 erbaute in Edinburg, zur Zeit unter Smyth, besitzt einen Repsold'schen Meridiankreis von 160 Millimeter Oeffnung; die in Glasgow unter Grant hat einen ähnlichen Meridiankreis von Ertel; auf der Sternwarte in Kew beschäftigen sich Stuart und Löwy besonders mit Beobachtungen der Sonne, meteorologischen und magnetischen Beobachtungen. Liverpool hat eine neue Sternwarte erhalten, das Aequatoreal hat 200 Millimeter Oeffnung; die Sternwarte am Stonyhurst College erhielt 1867 eine neue Kuppel und ein gleich großes Aequatoreal wie Liverpool es hat; die Sternwarte in Armagh ist 1793 errichtet und Robinson hat einen guten Sternkatalog angefertigt. In Portsmouth ist eine Marinesternwarte.

Von den Privatsternwarten besitzt die von Lord Rosse in Birr-Castle das schon erwähnte große Spiegeltelescop mit Spiegel von fast zwei Meter Oeffnung. In Cardington bei Bedford hat Mr. Whitbread eine Sternwarte; in Churt (Surrey) ist Carrington beschäftigt; in Cranford bei London arbeitet Warren de la Rue mit einem Spiegeltelescope von 300 Millimeter Oeffnung an photographischen Aufnahmen des Mondes

und anderer Himmelskörper; in Crumpsall bei Manchester hat Worthington sein Observatorium. In London hat Mr. Bishop die Sternwarte seines Vaters, jetzt in Twickenham, an der Hind mit dem Aequatoreal von 180 Millimeter Oeffnung beobachten läßt. Eine andere Sternwarte in London (in Leyton) errichtete Mr. Barclay. Auf einer Privatsternwarte in Tarn Bank mißt Mr. Fletcher besonders Doppelsterne, in Tulse-Hill bei London untersucht Mr. Huggins mit einem ihm von der englischen astronomischen Gesellschaft verschafften Aequatoreal von 380 Millimeter Oeffnung die Spectra der Himmelskörper.

Holland besitzt zwei Sternwarten: eine neue in Leyden, 1860 unter Kaiser erbaut, das Hauptinstrument ist ein Meridiankreis von Pistor und Martins mit 160 Millimeter Oeffnung, der Refractor hat 190 Millimeter Oeffnung; die in Utrecht 1853 neu errichtete Sternwarte hat ein Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung.

Belgien hat seine Sternwarte unter Quetelet's Direction in Brüssel theils noch mit Instrumenten älterer Construction versehen.

Frankreich besitzt eine große Sternwarte in Paris, welche unter Ludwig XIV. von 1668—71 erbaut wurde, und deren erste Directoren die Cassinis waren. Unter Leverrier's Directorat wurde ein großes Aequatoreal von 300 Millimeter Oeffnung und ein Meridiankreis mit Fernrohr von 240 Millimeter Oeffnung aufgestellt. Director ist gegenwärtig Delaunay. Eine Filialsternwarte von Paris ist unter Stephan's Leitung in Marseille, welche ein Spiegelteleskop mit Foucault'schem Silberspiegel besitzt.

In Spanien sind zwei Sternwarten, die erste in Madrid mit einem Meridiankreis von Repsold von 135 Millimeter Oeffnung und einem Merz'schen Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung, die andere in San-Fernando bei Cadix ist nur eine Marinesternwarte.

Portugal hat zwei Sternwarten, eine ältere in Coimbra, eine neue in Lissabon, zu welcher ein großer, dem pulkowaer ganz gleicher Meridiankreis und ein gleiches Aequatoreal in Hamburg bei Repsold angefertigt sind.

In Amerika ist in den Vereinigten Staaten sehr viel für die Astronomie gethan worden; die meisten Sternwarten daselbst sind aus Privatmitteln errichtet und durch Dotationen verbessert. In der Stadt Albany ist durch Gould eine Sternwarte ins Leben gerufen, zu der eine Miß Dudley allein 105000 Dollars geschenkt hat. Die Instrumente sind ein großer Meridiankreis von Pistor und Martins von 160 Millimeter Oeffnung und ein Aequatoreal mit 240 Millimeter Oeffnung. Ann Arbor, im Staate Michigan, wo Watson Director, hat ebenso vorzügliche Instrumente. Cambridge bei Boston, Director ist jetzt Winlock, besitzt ein Aequatoreal von 380 Millimeter Oeffnung und einen Meridiankreis von 210 Millimeter Oeffnung. Chicago, erst neu errichtet, Director ist Safford, hat ein Aequatoreal mit Objectivglas von 425 Millimeter Oeffnung, mit welchem Clarke den Begleiter des Sirius entdeckte und außerdem einen Meridiankreis. In Clinton am Hamilton-College im Staate Neuyork hat die Sternwarte ein Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung, mit welchem der Director Peters eine Anzahl kleiner Planeten entdeckt hat. Cincinnati, Director Cleveland Abbe, und Georgetown besitzen auch neuere Sternwarten, ebenso Philadelphia und Quebec. Die Nationalsternwarte der Vereinigten Staaten dagegen ist in Washington, 1842—45 erbaut, stand unter der Direction von Maury, Davis, Gillis und jetzt unter Sands, besitzt ein großes Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung, einen Meridiankreis von Pistor und Martins mit 240 Millimeter Oeffnung und andere große Instrumente.

In Südamerika sind bisjetzt wenig Sternwarten. Santjago de Chile besitzt einen Meridiankreis von Pistor und Martins und wird ein Aequatoreal von 240 Millimeter Oeffnung erhalten. In Rio de Janeiro befindet sich seit kurzer Zeit auch ein Observatorium; eine neue Sternwarte in Cordoba (Argentinische Republik) unter Gould ist im Bau und eine andere soll unter P. Menten in Quito errichtet werden.

Afrika hat am Vorgebirge der Guten Hoffnung seine Sternwarte, wo Maclear lange Zeit thätig gewesen und Stone gegenwärtig Director ist. Sie ist versehen mit guten Instrumenten, einem Meridiankreis und einem Aequatoreal mit Fernrohr von $2\frac{1}{2}$ Meter Brennweite.

Asien hat thätige Sternwarten in Madras, wo ein englischer Astronom Pogson Director ist, und in Batavia (mehr zu geographischen Zwecken) unter Leitung des Holländers Oudemans. In Peking ist ein kleineres russisches Observatorium und sollte ein größeres von dem Himmlischen Reiche eingerichtet werden.

Australien hat eine Sternwarte in Melbourne, Williamstown, Director ist Ellery, mit einem Meridiankreis von 125 Millimeter Oeffnung, einem Aequatoreal von 115 Millimeter Oeffnung und einem neuen großen Spiegelteleskope; eine andere Sternwarte ist in Sydney. Eine Privatsternwarte in Windsor (in New-South-Wales) steht unter Tebbutt's Leitung; die Sternwarte in Paramatta, vor 50 Jahren von Brisbane errichtet, scheint nicht mehr in Thätigkeit zu sein.

Unsere Taf. 8 enthält die Darstellungen mehrerer Sternwarten. In Fig. 1 die Ansicht der Sternwarte in Greenwich, in Fig. 2 die Ansicht der schönen Sternwarte in Pulkowa und zwar von der Nordseite, in Fig. 3 die Ansicht von der Südseite; in Fig. 4 ein horizontaler Durchschnitt derselben; Fig. 5 und 6 sind von Leipzigs Sternwarte Darstellungen von der Nord- und Südseite, in Fig. 7 der Durchschnitt derselben.

In allen diesen Sternwarten erkennt man mit Leichtigkeit die Kuppeln für die Aequatoreale und Refractoren, die Beobachtungszimmer für Meridiankreise, Mittagsröhre und Passageninstrumente von Ost nach West. Die Sternwarte in Pulkowa hat eine Hauptkuppel und zwei Nebenkuppeln und besitzt auf ihrem Terrain noch sieben kleinere Kuppeln, die theils zur Aufstellung kleinerer Instrumente, zum Unterricht in geographischen Ortsbestimmungen oder zur Aufstellung kleinerer Refractoren, Photometer u. s. w. dienen. Die pulkowaer Hauptsternwarte hat zwei große Meridiansäle und einen Saal für einen Verticalkreis von Ost nach West (Fig. 4). Die Wohnungen der Astronomen schließen sich in zwei besondern Flügeln an die Sternwarte an. Die leipziger Sternwarte hat zwei Kuppeln und noch eine alleinstehende Kuppel zu spectral-analytischen Untersuchungen. Sie besitzt ein größeres und ein kleineres Meridianzimmer und ein Beobachtungszimmer mit Durchschnitt von Ost nach West (Fig. 7). Als Wohnungsraum des Directors dient bei derselben der westliche Anbau, als Wohnungen für die Assistenten ein Theil des östlichen Anbaues.

Fig. 8, 9, 10 enthalten das Innere der leipziger Sternwarte; in Fig. 8 ist der Kuppelraum mit dem Aequatoreal, Uhr, transportablem Fernrohr, einem Kometensucher. Fig. 9 zeigt das Innere des Meridianzimmers mit dem Meridiankreis und den nöthigen

Hülfsapparaten; Fig. 10 das Innere der kleinen östlichen Kuppel mit einem kleinen Refractor, einem Photometer u. s. w.

Zum Schlusse geben wir eine Uebersicht der geographischen Lage der hauptsächlichsten öffentlichen und Privatsternwarten in alphabetischer Ordnung, wobei die Privatsternwarten durch ein vorgesetztes Sternchen ausgezeichnet sind.

Lage der hauptsächlichsten Sternwarten.

Name des Ortes.	Geographische Breite.	Länge von Berlin in Zeit. + westlich − östlich	Name des Ortes.	Geographische Breite.	Länge von Berlin in Zeit. + westlich − östlich
	°	h m s		°	h m s
Albany	+ 42 39.8	+ 5 48 33	* London (Mr. Bishop's Obs.)	+ 51 27.2	+ 0 51 48
Altona	+ 53 32.8	+ 0 13 49	* London (Mr. Barclay's Obs.)	+ 51 34.6	+ 0 53 36
Ann Arbor	+ 42 16.8	+ 6 28 30	Lübeck	+ 53 51.5	+ 0 10 43
Armagh	+ 54 21.2	+ 1 20 10	Lund	+ 55 41.9	+ 0 0 50
Athen	+ 37 58.3	− 0 41 21	Madras	+ 13 4.1	− 4 27 22
Batavia	− 6 7.6	− 6 13 38	Madrid	+ 40 24.5	+ 1 5 20
Berlin	+ 52 30.3	0 0 0	Mailand	+ 45 28.0	+ 0 16 48
Bilk	+ 51 12.4	+ 0 26 30	Manheim	+ 49 29.2	+ 0 19 44
* Birr-Castle (Lord Rosse)	+ 53 5.8	+ 1 25 16	Marseille	+ 43 17.8	+ 0 32 6
Bologna	+ 44 29.8	+ 0 8 10	Melbourne	− 37 49.9	− 8 46 19
Bonn	+ 50 43.7	+ 0 25 11	Modena	+ 44 38.9	+ 0 9 52
* Bothkamp (bei Kiel)	+ 54 12.2	+ 0 13 4	Moskau	+ 55 45.3	− 1 36 42
Breslau	+ 51 6.9	− 0 14 34	München	+ 48 8.7	+ 0 7 9
Brüssel	+ 50 51.2	+ 0 36 6	Neapel	+ 40 51.8	− 0 3 24
Cambridge (England)	+ 52 12.9	+ 0 53 12	Neuchâtel	+ 47 0.0	+ 0 25 45
Cambridge (Mass.)	+ 42 22.8	+ 5 38 6	Neuyork	+ 40 52.7	+ 5 49 31
* Cardington (bei Bedford)	+ 52 6.4	+ 0 55 14	Nicolajeff	+ 46 58.3	− 1 14 19
Chicago	+ 41 50.0	+ 6 44 1	Oxford	+ 51 45.6	+ 0 58 37
Christiania	+ 59 54.7	+ 0 10 41	Padua	+ 45 24.0	+ 0 6 6
* Churt (Surrey)	+ 51 8.8	+ 0 56 37	Palermo	+ 38 6.7	+ 0 0 11
Clinton (Neuyork)	+ 43 3.3	+ 5 55 12	Paris	+ 48 50.2	+ 0 44 14
Coimbra	+ 40 12.4	+ 1 27 9	Petersburg	+ 59 56.5	− 1 7 39
* Cranford	+ 51 29.0	+ 0 55 13	Philadelphia	+ 39 57.1	+ 5 54 12
* Crumpsall (bei Manchester)	+ 53 30.8	+ 1 2 31	Portsmouth	+ 50 48.0	+ 0 57 50
Dorpat	+ 58 22.8	− 0 53 19	Prag	+ 50 5.3	− 0 4 6
Dublin	+ 53 23.2	+ 1 18 57	Pulkowa	+ 59 46.3	− 1 7 44
Durham	+ 54 46.1	+ 0 59 55	Quebec	+ 46 48.5	+ 5 38 24
Edinburg	+ 55 57.4	+ 1 6 18	Rio de Janeiro	− 22 53.8	+ 3 46 11
Florenz	+ 43 46.1	+ 0 8 33	Rom	+ 41 53.9	+ 0 3 39
Genf	+ 46 12.0	+ 0 28 58	San Fernando (bei Cadix)	+ 36 27.7	+ 1 18 25
Georgetown-College, D. C. (B. St.)	+ 38 54.4	+ 6 1 53	Santiago de Chile	− 33 26.4	+ 5 36 5
Glasgow	+ 55 52.7	+ 1 10 47	Stockholm	+ 59 20.6	− 0 18 39
Gotha (neue Sternwarte)	+ 50 56.6	+ 0 10 44	Stonyhurst College	+ 53 50.7	+ 1 3 27
Göttingen	+ 51 31.8	+ 0 13 49	Sydney	− 33 51.7	− 9 11 25
Greenwich	+ 51 28.6	+ 0 53 35	* Tarn Bank	+ 54 39.2	+ 1 8 26
Hamburg	+ 53 33.1	+ 0 13 41	* Tulse Hill (bei London)	+ 51 26.8	+ 0 54 2
Helsingfors	+ 60 9.7	− 0 46 16	Turin	+ 45 4.1	+ 0 22 46
Kasan	+ 55 47.4	− 2 22 54	Upsala (neue Sternwarte)	+ 59 51.5	− 0 16 55
Kew	+ 51 28.1	+ 0 54 50	Utrecht	+ 52 5.2	+ 0 32 3
Königsberg	+ 54 42.8	− 0 29 24	Vorgebirge der Guten Hoffnung	− 33 56.0	− 0 20 30
Kopenhagen	+ 55 41.2	+ 0 3 16	Warschau	+ 52 13.1	− 0 30 32
Krakau	+ 50 3.8	− 0 26 16	Washington	+ 38 53.6	+ 6 1 47
Kremsmünster	+ 48 3.4	− 0 2 57	Wien	+ 48 12.6	− 0 11 56
Leyden	+ 52 9.3	+ 0 35 39	* Wien (Oppolzer's Obs.)	+ 48 12.9	− 0 11 50
Leipzig	+ 51 20.1	+ 0 4 1	Wilna	+ 54 41.0	− 0 47 37
Lissabon	+ 38 42.3	+ 1 29 57	* Windsor (Neusüdwales)	− 33 36.5	− 9 9 41
Liverpool	+ 53 24.8	+ 1 5 35	Zürich	+ 47 52.5	− 0 19 28

Erdkunde.

Bearbeitet

von

Dr. Bernhard von Cotta, und Dr. Johann Müller,

Professor der Geognosie an der Bergakademie zu Freiberg und königlich sächsischer Bergrath.

Professor der Physik an der Universität zu Freiburg im Breisgau und großherzoglich badischer Hofrath.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

Geologie. Bearbeitet von Prof. Dr. B. von Cotta.

Textur, Absonderung, Schichtung und Lagerung der Gesteine. (Tafel 1.)
- Textur 3
- Absonderung und Schichtung 4
- Lagerung 6

Kohlen und Steinsalz (Tafel 2) 7

Erzlagerstätten (Tafel 3) 9

Organismen der geologischen Perioden. (Tafel 4 bis 7.)
- Triasperiode 12
- Jura- und Kreideperiode 12
- Tertiärperiode 13
- Grauwackenperiode 14

Vulkane (Tafel 8) 15

Höhlen und Quellen. (Tafel 9.)
- Höhlen 16
- Quellen 17

Erdoberflächengestaltung. (Tafel 10.)
- Berg- und Felsformen 17

Innerer Bau der festen Erdkruste und der Gebirge (Tafel 11) . . . . . .

Geologische Karte von Deutschland (Tafel 12)

Meteorologie. Bearbeitet von Professor Dr. J. Müller. (Tafel 13 bis 16.)

Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.
- Temperatur der untern Luftschichten . . . . .
- Temperatur der höhern Luftschichten . . . . .
- Temperatur des Bodens und der Quellen . . . .
- Temperatur der Meere . . . . . .

Das Luftmeer, sein Druck und seine Strömungen.
- Größe und Variationen des Luftdrucks . . . . .
- Winde und Stürme . . . . . .

Hydrometeore . . . . . .

Die atmosphärischen Lichterscheinungen . . .

Die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre . . . . . .

Einleitung.

Die Erdkunde im weitesten Sinne des Wortes umfaßt die Gesammtheit aller wissenschaftlichen Disciplinen, deren Aufgabe es ist, die Kenntniß unsers Erdkörpers nach verschiedenen Richtungen hin zu erweitern. In diesem Sinne ist aber das Gebiet der Erdkunde ein so ausgedehntes, daß es nothwendig in mehrere selbständige Gebiete abgetheilt werden muß, und es wurden ihm deshalb auch im „Bilder-Atlas" drei verschiedene Abtheilungen zugewiesen: die Geographie, die Astronomie und die vorliegende Abtheilung Erdkunde, welche die Geologie und Meteorologie umfaßt.

Die Geographie oder Erdbeschreibung hat die Vertheilung des Festen und Flüssigen, die Gestaltung der Festländer, den Zug der Gebirge und den Lauf der Flüsse, und namentlich auch die Erdoberfläche als Wohnsitz des Menschengeschlechts zu betrachten.

Die Astronomie beschäftigt sich mit der Stellung der Erdkugel in unserm Planetensystem, besonders mit den Beziehungen der Erde zur Sonne und den mit ihrer jährlichen Wanderung um die letztere zusammenhängenden Veränderungen der Insolation verschiedener Erdgürtel.

Dem auf der Erdoberfläche sich entwickelnden Thier- und Pflanzenleben und der systematischen Beschreibung der Mineralien sind die besondern Disciplinen der Zoologie, der Botanik und der Mineralogie gewidmet.

Die Geologie untersucht den Bau der festen Erdrinde sowie die Natur der Gesteins- und Felsmassen, aus denen dieselbe zusammengesetzt ist, um an der Hand der so ermittelten Thatsachen über die Entstehungsgeschichte der Erde Licht zu verbreiten.

Die Meteorologie endlich ist derjenige Theil der Erdkunde, welcher sich mit den Erscheinungen in der Atmosphäre, vorzugsweise auch mit den sogenannten Meteoren beschäftigt. Ihr fällt also die Aufgabe zu, das Walten der Naturkräfte, welche uns die Physik im Laboratorium kennen lehrt, im Großen, in der Gestaltung der Witterungsverhältnisse nachzuweisen.

Geologie.

Bearbeitet von Professor Dr. B. von Cotta.

Textur, Absonderung, Schichtung und Lagerung der Gesteine.

(Tafel 1.)

Textur.

Unter der Textur der Gesteine verstehen wir die Art und Weise, in welcher die einzelnen Mineraltheile, aus denen sie bestehen, gestaltet und untereinander verbunden sind. Am auffallendsten treten dabei die Unterschiede der Größe der einzelnen Gemengtheile hervor; hiernach unterscheidet man deutlich und undeutlich zusammengesetzte, oder gemengte Gesteine, je nachdem man ihre einzelnen Bestandtheile mit unbewaffnetem Auge unterscheiden kann oder nicht. Im letztern Falle nennt man die Gesteine auch wol dicht, im erstern körnig. Schließt dagegen eine dichte Hauptmasse einzelne krystallinische Gemengtheile oder Krystalle ein, so nennt man diese Textur porphyrartig. Ein anderer Hauptunterschied der Textur ist dadurch bedingt, daß die Gemengtheile entweder krystallinisch miteinander verwachsen sind, wie bei dem deutlich gemengten Granit, oder durch irgendein Bindemittel (etwa Thon) zusammengehalten werden, wie in den Sandsteinen und Conglomeraten. Bei deutlich gemengten Gesteinen kann man diesen Unterschied mit unbewaffnetem Auge erkennen, bei undeutlich gemengten oder dichten aber nur unter dem Mikroskop an ganz feinen Splittern oder Dünnschliffen.

Das sind die Hauptunterschiede der Textur, die sich nicht füglich durch Abbildungen darstellen lassen. Daran reihen sich aber einige Erscheinungen, die zwar nicht alle der Textur im engern Wortsinne entsprechen, aber doch dazu gerechnet zu werden pflegen. Diese lassen sich zum Theil durch Abbildungen versinnlichen, so z. B.:

1) Die oolithische Textur, welche am deutlichsten an dem sogenannten Erbsenstein von Karlsbad erkennbar ist. Derselbe besteht aus lauter kugelförmigen Körnern, gewöhnlich ungefähr von der Größe einer Erbse, welche durch kohlensauren Kalk zusammengehalten werden, während sie selbst aus radial-faserigem Kalkspat oder Aragonit bestehen, der in concentrischen Lagen einen fremdartigen Kern, z. B. ein Sandkorn, umgibt, wie das der Querschnitt einer solchen Erbse auf Taf. 1, Fig. 2 zeigt, während Fig. 1 ein ganzes Stück solchen Erbsensteins darstellt. Die Entstehung dieser sonderbaren Textur ist bei Karlsbad leicht nachweisbar. Die sehr kalkhaltigen Quellen spülen kleine Körner von dem Granit ab, aus dem sie entspringen, bewegen diese durch ihre Strömung und lagern dabei dünne concentrische Schichten um jedes Sandkorn ab, bis die so gebildete Erbse zu schwer ist, um noch vom Wasser bewegt werden zu können, worauf sie auf dem Boden liegen bleibt und mit andern Erbsen durch Kalkablagerung zusammengekittet wird. Auf eine etwas andere Weise muß allerdings der in sehr ausgedehnten Schichten oder Ablagerungen auftretende, in seiner Textur dem Erbsenstein analoge, sogenannte Rogenstein gebildet worden sein.

2) Die schieferige Textur, welche darin besteht, daß ein Gestein nach einer Ebene am leichtesten spaltet oder sogar nach dieser Richtung deutlich zerklüftet ist, tritt am deutlichsten beim Thonschiefer, Dachschiefer und Tafelschiefer auf, etwas weniger vollkommen aber auch beim Glimmerschiefer, Gneis, Chloritschiefer, an manchen Kalksteinen, Sandsteinen, Kohlen u. s. w. Sie ist entweder veranlaßt durch die parallele Lage dünner Mineralblättchen, z. B. Glimmerblättchen, welche sogleich bei der Entstehung des Gesteins eine höchst dünne und zarte Schichtung veranlaßt haben, oder durch die Einwirkung eines spätern einseitigen Drucks, wodurch man auch künstlich schieferige Textur

in manchen vorher nicht schieferigen Massen hervorbringen kann. In diesem letztern Falle ist die Schiefertextur sehr oft nicht der Schichtung parallel, während sie im erstern stets dieser parallel läuft. Ein später zu besprechendes Beispiel der Art ist Fig. 16 abgebildet.

3) Die blasige Textur vieler, besonders eruptiver oder vulkanischer Gesteine, ist dadurch entstanden, daß irgendwelche Gasarten, am häufigsten wol Wasserdämpfe, sich während des Festwerdens im Innern des Gesteins entwickelten und, da sie nicht mehr entweichen konnten, ihre Blasenform behielten. Es ist derselbe Vorgang, wie er beim Brotbacken stattfindet. Die Blasenräume der Gesteine zeigen theils regelmäßige, theils unregelmäßige, stets aber abgerundete — nie eckige — Formen. Die Verschiedenartigkeit dieser Formen läßt sich leicht durch ein Experiment erklären. Wenn man ein Glas (Fig. 3) mit einem zähen aber durchsichtigen Sirup füllt und durch ein Haarröhrchen schwach hineinbläst, so entwickelt sich an der Spitze des Röhrchens eine birn- oder ballonförmige Blase, welche so lange mit ihrem untern dünnen Ende am Röhrchen haften bleibt, bis sie eine gewisse Größe erreicht, sich ablöst und aufsteigt. Während des Aufsteigens zieht die Blase ihre untere Verlängerung sogleich ein, und bildet eine Kugel. Wird aber nun die Flüssigkeit nach einer Richtung bewegt, wie etwa in einem fließenden Lavastrom, so strecken sich die ursprünglich kugelförmigen Blasen alle nach der Bewegungsrichtung in die Länge, wie in Fig. 4. Bei unregelmäßiger Bewegung entstehen dagegen auch unregelmäßige Blasenräume, wie Fig. 5.

4) Mandelsteinartig nennt man die Textur der Gesteine, wenn ursprünglich vorhanden gewesene Blasenräume durch neue Mineralbildungen, am häufigsten Kalkspat, Kieselsubstanz oder Zeolith, ausgefüllt sind. Natürlich müssen auch diese Ausfüllungen oder Mandeln die regelmäßige und unregelmäßige Gestalt der Blasenräume annehmen. Die Art der Ausfüllung zeigt aber dabei noch eine sehr große Mannichfaltigkeit der Erscheinungen. Es ist nämlich diese Ausfüllung zuweilen durch neue Herabtropfen einer Solution von der Decke des Hohlraums stalaktitisch erfolgt, wie Fig. 8, oder dadurch, daß die Flüssigkeit an den Wänden hinabglitt und diese mit concentrischen Lagen bedeckte, wie Fig. 6, oder endlich in der Weise, daß die Flüssigkeit am Boden horizontale Schichten ablagerte, die dann auch mit concentrischer Bildung zusammen auftreten können, wie Fig. 7.

Absonderung und Schichtung.

Jeder Fels, mag er auch noch so schroff und kühn, oder massig und compact erscheinen, ist dennoch von unzähligen Spalten oder Klüften durchzogen, in welchen der unmittelbare Zusammenhang der Gesteinsmasse unterbrochen ist. Die Klüfte können durch später eingedrungene Substanzen wieder verkittet sein, sodaß die ursprünglich durch Klüfte getrennten Theile nicht ohne weiteres auseinanderfallen, aber der Zusammenhalt durch solche Kittsubstanzen ist doch gewöhnlich nicht so fest, daß man sich bei der Benutzung für Bauten oder größere Kunstwerke sicher darauf verlassen könnte. Daher kommt es, daß man verhältnißmäßig nur selten Felsmassen findet, aus denen sich sehr große Säulen, Platten, Gefäße oder dergleichen aus einem Stück, als sogenannte Monolithen, herstellen lassen. Einer der längsten dieser Monolithen dürfte die Alexandersäule in Petersburg sein, welche sich, aus einem Granitstück bestehend, 84 Fuß über ihren Sockel erhebt.

Diese Klüfte, welche jede Felsmasse durchziehen und in mehr oder weniger kleine oder große Stücke zerlegen, nennt man theils Absonderungs-, theils Schichtungsklüfte, je nachdem sie erst nach der Bildung des Gesteins oder während derselben durch Uebereinanderlagerung einzelner Schichten entstanden sind.

Absonderung ist die allgemeinste dieser Erscheinungen; sie hat ausnahmslos alle Gesteine betroffen, mögen sie nun wie immer entstanden sein. Schichtung findet sich dagegen vorzugsweise nur bei den Gesteinen, welche durch Wasser abgelagert wurden, die dann aber stets auch noch das Phänomen der Absonderung nebenbei zeigen.

Betrachten wir deshalb zunächst die Verhältnisse der Absonderung etwas näher. Man pflegt allgemein zu unterscheiden unregelmäßige und regelmäßige Absonderung. Die unregelmäßige Absonderung besteht aus einer Zerklüftung nach unbestimmten Richtungen, sodaß dadurch die einzelnen, durch Klüfte getrennten Theile unregelmäßige Formen zeigen. Dabei kann die Zerklüftung eine starke oder schwache sein, d. h. die einzelnen dadurch isolirten Theile sind klein oder groß. Im erstern Falle nennt man ein solches Gestein stark zerklüftet, wie das sehr häufig besonders bei Porphyr, Grünstein, Hornstein u. s. w. vorkommt. Die größten Durchmesser der einzelnen Stücke betragen nur einige Zoll bis etwas über 1 Fuß; sind sie beträchtlich größer, ohne daß sich eine bestimmte Grenze feststellen läßt, so nennt man die Absonderung eine massige oder großmassige, wie sie sehr häufig z. B. beim Granit, Syenit, Trachyt, auch bei manchen Kalksteinen, Sandsteinen u. s. w. gefunden wird.

Es versteht sich wol von selbst, daß massig oder großmassig abgesonderte Gesteine sich weit mehr zu Bausteinen oder Kunstwerken eignen, als stark zerklüftete, die man höchstens zu Straßenschotter verwenden kann, wenn sich ihre übrige Beschaffenheit dazu eignet.

Weit auffallender und interessanter als die unregelmäßige Absonderung ist die regelmäßige, durch Klüfte, welche local nach bestimmten Richtungen orientirt sind und sich überdies noch unter gleichen oder ähnlichen Winkeln schneiden. Dadurch entsteht dann: plattenförmige, schalige, parallelopipedische, kubische, rhomboëdrische, säulen- oder pfeilerförmige Absonderung, d. h. die einzelnen durch Klüfte getrennten, in sich aber compacten Gesteinstheile gleichen mehr oder weniger diesen regelmäßigen Körpern. Man unterscheidet oft auch noch kugelförmige, concentrisch-schalige und cylindrische Absonderung; wir werden aber später sehen, daß diese krummflächigen Formen in der Regel nicht durch ursprüngliche Absonderung, sondern erst durch nachfolgende Verwitterung entstanden sind.

Wir werden zunächst versuchen, einzelne dieser regelmäßigen Absonderungsformen specieller zu schildern und durch Beispiele zu erläutern.

Plattenförmig ist sehr häufig der Granit abgesondert, so z. B. Taf. 1, Fig. 9, zuweilen auch Porphyr und Basalt. Diese Platten sehen oft ganz aus wie übereinanderliegende Schichten, bestehen aber, wenn sie nicht von Schichtung herrühren, alle ganz aus demselben Material und sind auch nicht durch fremdartige Zwischenlagen voneinander getrennt, wie das bei wirklicher Schichtung sehr oft der Fall ist. Es kommt sogar vor, daß einzelne mineralische Gemengtheile, z. B. große Feldspatkrystalle, aus einer Platte in die andere hineinreichen und nur durch eine Absonderungskluft getheilt sind, woraus sich dann ganz sicher ergibt, daß diese Kluft erst nach der Bildung des Gesteins entstanden sein kann.

Die Granitplatten haben gewöhnlich eine Dicke von 1—5 Fuß, und wenn sie in ungleichen Abständen von andern, ziemlich rechtwinkeligen Klüften durchschnitten sind, so zerfallen sie in große Parallelopipede oder Quadern. Bei Granitfelsen, welche über die Oberfläche hervorragen, sind dann die Ecken und Kanten dieser Parallelopipede oft sehr stark durch Verwitterung abgerundet, und so entsteht das, was man polsterförmige Absonderung zu nennen pflegt. Ganze Felsen scheinen zuweilen mauerartig aus lauter solchen übereinandergelegten Platten, Polstern oder Wollsäcken zu bestehen. Sind die Querklüfte der Platten nicht weiter voneinander entfernt als die Plattendicke, so nehmen die getrennten Theile eine kubische Gestalt an, und durch starke Verwitterung der Ecken und Kanten bleiben zuweilen fast kugelförmige Kerngestalten übrig. Die Platten liegen beim Granit sehr oft ziemlich horizontal, finden sich aber auch unter verschiedenen Neigungswinkeln bis zur senkrechten Stellung. Bei den Porphyren sind die Platten meist dünner, und noch dünner beim Phonolith und Basalt, wo man sie dann manchmal Tafeln oder, wenn etwas gekrümmt, Schalen genannt hat. Bei Tichlowitz oberhalb Tetschen an der Elbe findet sich ein Basalt so dünn plattenförmig abgesondert, daß die Bewohner der Umgegend diese Platten wie Blechtafeln zum Backen von Kuchen verwenden.

Werden die Platten nicht rechtwinkelig, sondern schräg, aber von untereinander ziemlich parallelen Klüften in zwei Richtungen durchschnitten, so entstehen dadurch rhomboedrische Absonderungen, wie sie zuweilen bei dem Gneis genannten Gestein vorkommen, bei welchem dann aber die eine der Kluftrichtungen eigentlich der Schichtung entspricht.

Säulenförmig ist besonders häufig und schön der Basalt abgesondert, wie z. B. der der Fingalshöhle auf der Insel Staffa (Fig. 10), doch kommt ganz dieselbe Bildung oft auch bei Porphyren, Grünsteinen und Phonolithen vor. Wo diese Absonderungsform besonders regelmäßig auftritt, da haben die Säulen alle ungefähr die gleiche Dicke und auch eine fast constante Flächenzahl. Die Dicke schwankt aber überhaupt zwischen den ziemlich weiten Grenzen von etwa 1 Zoll bis 5 Fuß. Die ganz dünnen Säulen nennt man auch wol Stengel oder Stifte, die sehr dicken, weit weniger regelmäßigen, Pfeiler. Die Zahl der Flächen, welche die Säule begrenzen schwankt erfahrungsmäßig zwischen drei und neun. Unter drei Flächen (ohne die beiden Endflächen) kann natürlich keine Säule haben; bei weitem die meisten an Gesteinen vorkommenden sind fünf- oder sechsseitig, eine größere Zahl gehört schon zu den Seltenheiten. Wenn aber auch local die Zahl der Flächen oft gleich zu sein pflegt, so sind dennoch die Winkel, unter denen sich dieselben schneiden, nicht gleich, wodurch sich alle Absonderungssäulen sehr wesentlich von den durch Krystallisation entstandenen unterscheiden, bei denen die entsprechenden Winkel stets ganz gleich sind. Auch die Länge der einzelnen Säulen ist sehr verschieden; aus einem Stück bestehend erreichen sie sehr selten mehr als 20 Fuß Länge, aber dergleichen Stücke (Säulenglieder) stehen zuweilen an demselben Basaltfelsen viele als Fortsetzungen übereinander, sodaß, wenn man sie alle zu einer Säule rechnet, diese zuweilen eine Länge von mehr als 200 Fuß erreicht, wie z. B. bei Unkel am Rhein und an der Detonata bei Vörösspatak in Siebenbürgen. Die Gliederung dieser scheinbar sehr langen Säulen ist in der Regel durch rechtwinkelig hindurchgehende Absonderungsklüfte bewirkt; folgen diese sehr nahe aufeinander, so entstehen dadurch tafelförmig zerspaltene Säulen, z. B. beim Phonolith, wo diese Querklüfte die Säulenachse auch wol schräg schneiden. Bei manchen Porphyren zeigen sich sogar die Säulen aus mannichfach gebogenen Platten zusammengesetzt, wodurch sie dann an der Oberfläche ein damascirtes Ansehen erhalten, wie Fig. 11. — Folgen die Querklüfte in Abständen aufeinander, welche ungefähr der Säulendicke entsprechen, so entstehen natürlich sehr kurze Säulenstücke, welche dann zuweilen durch Verwitterung der Ecken und Kanten in säulenförmig übereinandergehäufte Kugeln umgewandelt werden, wie an dem schönen basaltischen Lavafelsen der sogenannten Käsegrotte bei Bertrich in der Eifel (Fig. 13). Der Beginn dieser Veränderung zeigt sich zuweilen erst beim Zerschlagen der Säulen, wodurch diese nach dem Abbröckeln der Ecken in ziemlich concentrisch-schalige Kugeln mit noch ganz frischem Kern zerfallen.

Manchmal äußert sich diese Erscheinung auch wol in sehr eigenthümlicher Weise, indem die Kugeln in den Säulen gleichsam als festere Concretionen vorgebildet erscheinen und an den Abgliederungen als Kugelsegmente ineinander eingreifen wie Gelenkknochen (Fig. 12), wobei dann auch wol die durch die Säulenkanten gebildeten Ecken wie die Zacken einer Krone hervorragen.

Nachdem wir jetzt die einzelnen Absonderungsformen kennen gelernt haben, möge es gestattet sein, noch einige Bemerkungen über deren Ursache und die Ursache der Absonderung überhaupt daran anzureihen.

Alle Absonderung ist eine nothwendige Folge der Massenzusammenziehung nach ihrer Erstarrung, sei es nun durch Austrocknung oder durch Abkühlung. Wenn der Bodenschlamm eines entleerten Teichs austrocknet, so bilden sich darin mehr oder weniger weite Risse, die zuweilen sogar ziemlich regelmäßig gruppirt sind und eine Art säulenförmiger Absonderung veranlassen, und wenn der Schlackenausfluß eines Hohofens, oder ein Lavastrom, nachdem er erstarrt ist, weiter abkühlt, so zerspringt er durch wenn auch nur schmale Klüfte in einzelne Theile; das sind dieselben Vorgänge, welche auch die Absonderung der aus Wasser abgelagerten oder aus einem heißflüssigen Zustande hervorgegangenen Gesteine bewirkt. Sowol durch Verflüchtigung des Wassers (Austrocknung) als durch Ausstrahlung der Wärme (Abkühlung) wird das Volumen der Körper vermindert; wenn aber diese Körper so groß sind oder die Volumenverminderung so schnell erfolgt, daß die Theile sich nicht füglich gegen das gemeinschaftliche Centrum zusammenziehen können, so erfolgt Zerspaltung und Contraction der dadurch isolirten einzelnen Theile. Daher kommt es, daß ein Töpfer z. B. nie ein Gefäß von 100 Fuß Durchmesser würde herstellen können, ohne daß es zerspringt, und daß man auch niemals einen erkalteten Lavastrom finden wird, in welchem einzelne unzerspaltene Stücke einen Durchmesser von mehr als 100 Fuß haben. Je schneller die Austrocknung oder Abkühlung erfolgt, um so kleiner werden bei gleicher Masse die Theile sein, in welche sie zerspringt, weil die Partikelchen um so weniger Zeit haben, sich zu größern Massen zu concentriren, je schneller ihre Zusammenziehung stattfindet.

Dadurch erklärt es sich denn auch sehr leicht, weshalb die offenbar weniger schnell abgekühlten, sehr krystallinischen, plutonisch entstandenen Eruptivgesteine, wie Granit und Syenit, stets weniger stark zerklüftet sind als die schneller erkalteten, dichten und vulkanisch entstandenen, wie Basalt, während gewisse feinkörnige oder porphyrartige Eruptivgesteine mit dichter Grundmasse, wie Porphyre und Grünsteine, in dieser Beziehung ein mittleres Verhalten zeigen. Nicht so sicher

läßt sich diese Ursache der ungleichen Größe für die aus Wasser abgelagerten, durch Austrocknung abgesonderten Gesteine nachweisen.

Wenn man aber auch den Grund der Absonderung überhaupt und hinreichend erklären kann, so ist doch die Ursache der besondern regelmäßigen Absonderungsformen noch vollständig unbekannt. Wir wissen nur durch Erfahrung, daß Platten und Säulen stets eine bestimmte normale Stellung zu den wirksamsten Austrocknungs- oder Erstarrungsoberflächen einnehmen, und zwar liegen die Platten stets parallel diesen Flächen, während die Säulen rechtwinkelig darauf stehen, sodaß z. B. ein säulen- oder plattenförmig abgesonderter senkrechter Basaltgang im Querschnitt stets horizontal liegende Säulen oder senkrecht stehende Platten zeigt, während in ziemlich horizontal übergeflossenen Lavaströmen die Säulen senkrecht stehen. Durch Bewegungen während der Erstarrung und Abkühlung, oder durch nachher eingetretene Störungen sind diese normalen Stellungen freilich oft unregelmäßig geworden, lassen sich aber in einzelnen Fällen dennoch sehr gut auf die ursprüngliche Regel zurückführen, wie z. B. bei dem prachtvoll säulenförmig abgesonderten Basaltfelsen Weregotsch am linken Elbufer oberhalb Aussig (Fig. 14.) Hier stehen die Säulen fächerförmig gegen oben gebogen. Dieser Basaltfels füllt eine mächtige Spalte im Sandstein aus; offenbar bildeten sich die Säulen auch hier zunächst rechtwinkelig auf die Spaltenwände, in der Mitte der Spalte erfolgte aber die Abkühlung etwas langsamer als an den Seitenwänden, deshalb blieb die Basaltmasse hier etwas länger weich, in gewissem Grade plastisch, und wurde, als sich die Säulen schon gebildet hatten, noch etwas nach oben gedrängt, sodaß dadurch die Säulen eine so auffällige Stellung annahmen.

Schichtung nennt man die plattenförmige Uebereinanderlagerung der Gesteine, welche in ihrer Entstehung nacheinander begründet ist. Jede Schicht ist das Resultat eines bestimmten Zeitabschnitts. Schichtung ist deshalb vorzugsweise den aus Wasser abgelagerten Gesteinen eigenthümlich, sie kann aber auch bei ihnen nur dann deutlich hervortreten, wenn während ihrer Ablagerung gewisse, wenn auch nur kleine Unterbrechungen oder Aenderungen des Ablagerungsmaterials eingetreten sind. Diese können z. B. veranlaßt sein durch den Wechsel von Ebbe und Flut, durch hohen oder niedern Stand der Flüsse, welche Material zuführen, ja sogar durch den Wechsel der Temperatur u. s. w. Etwas der Schichtung ganz Analoges kann aber auch bei vulkanischen Gesteinen vorkommen, wenn z. B. mehrere Lavaströme übereinander hinweggeflossen sind, oder wenn in den Zwischenräumen der Lavaüberströmung vulkanische Auswurfsproducte von etwas ungleicher Beschaffenheit, oder mit Unterbrechungen, die Oberfläche bedeckt haben.

Manchmal ist es schwer, Schichtung von plattenförmiger Absonderung bestimmt zu unterscheiden; es wird aber dann allemal sehr leicht, wenn die einzelnen Schichten aus etwas ungleichem Material bestehen, wenn sie abgerundete Geschiebe oder Versteinerungen enthalten, die untereinander und der Schichtung parallel gelagert sind.

Fig. 15 stellt einen in dieser Beziehung sehr interessanten Fall aus der Steinkohlenformation von St.-Etienne dar. Hier besteht die unterste schwarze Schicht d aus Steinkohle, darüber folgt e Schieferthon, aus mehrern dünnen Schichten zusammengesetzt, dann b zwei Schichten Eisenstein, und zu oberst endlich a eine ganze Reihe von Sandsteinschichten, die durch dünne Schieferthonlagen voneinander getrennt sind. Diese Sandsteinschichten umschließen die Ueberreste in aufrechter Stellung umhüllter Baumstämme, auf die wir bei einer spätern Gelegenheit zurückkommen werden.

Ursprünglich sind natürlich alle Schichten ziemlich horizontal abgelagert worden, nur an den Rändern der Ablagerungsbecken mögen sie zuweilen schon ursprünglich unter Neigungswinkeln bis 30 Grad abgelagert worden sein, wo man aber stärkere Neigungen, oder starke Faltungen und Zerknickungen derselben vorfindet, da hat man stets eine spätere Störung der ursprünglichen Lagerung vorauszusetzen, und das wird auch da der Fall sein, wo über sehr große Flächenräume hinweg alle Schichten eine gemeinsame Neigung, wenn auch nur bis zu 20 Grad zeigen.

Vergleichen Störungen der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse können sowol durch locale Hebungen oder Senkungen der Erdkruste, durch emporsteigende Eruptivgesteine oder durch den Einsturz großer unterirdischer Hohlräume veranlaßt worden sein. Sie zeigen sich, wie schon erwähnt, in verschiedener Weise: 1) als Aufrichtung der Schichten, wie Fig. 22; 2) als mehr oder weniger starke Biegung oder Faltung, wie Fig. 17; 3) als Verwerfungen, wie Fig. 18 und 19. Fig. 18 stellt eine solche Verwerfung dar, welche durch Auftreibung des Bodens und einseitige Hebung oder Senkung während eines Erdbebens veranlaßt wurde. Fig. 19 dagegen ein vielfach zerspaltenes und dabei verworfenes Steinkohlenlager, wie dergleichen oft sehr unbequem für den Bergbau werden.

Die Schieferung der Gesteine ist, wie wir oben gesehen haben, zuweilen nichts anderes als das Resultat einer sehr dünnen Uebereinanderschichtung des Materials; in diesem Falle muß sie aber stets der Schichtung im großen oder der Wechsellagerung der Gesteine parallel laufen. Das ist jedoch oft nicht der Fall, und sie geht sogar manchmal unter sich parallel durch alle Biegungen der Schichten hindurch, wie Fig. 16.

Lagerung.

Darunter versteht man das gegenseitige räumliche Verhalten der Gesteine, welches sich gewöhnlich am leichtesten erkennen läßt, wenn sie geschichtet sind.

Von den einfachsten Fällen ausgehend, haben wir zunächst Ueberlagerung oder Auflagerung zu unterscheiden. Diese ist eine gleichförmige, wenn zwei geschichtete Gesteine so übereinanderliegen, daß ihre Schichten parallel sind, wie Taf. 1, Fig. 15, wobei der Neigungswinkel der Schichten zunächst nicht in Betracht kommt. Wiederholen sich dabei dieselben Schichten mehrfach, so nennt man das Wechsellagerung. Ungleichmäßig, oder im einzelnen Falle übergreifend, nennt man dagegen die Lagerung, wenn ein Gestein die Schichten eines andern durchschneidet, oder die Grenzen eines oder mehrerer anderer Gesteine überdeckt, wie Fig. 20 und 21. Aus diesem Verhalten läßt sich zugleich schließen, daß die übergreifend bedeckten Gesteine alle um ein Bedeutendes älter sind als das Bedeckende, weil man voraussetzen muß, daß das bedeckende Gestein sonst sich gleichförmig aufgelagert haben würde. Die ungleichförmige Lagerung setzt eine in der Zwischenzeit eingetretene theilweise Zerstörung und Abspülung der ungleichen überlagerten Gesteine voraus.

Außer diesen verschiedenen Formen der Ueberlagerung kommen nun aber besonders bei eruptiven Gesteinen sehr oft auch Lagerungsverhältnisse vor, welche man Durchsetzungen zu nennen pflegt.

Wenn nämlich irgendwo in der aus Gesteinen be-

zhenden Erdkruste Spalten aufgerissen sind, und diese spalten, sei es nun von unten herauf oder von oben nab, ausgefüllt wurden, so nennt man diese Spaltenusfüllungen Gänge, und jeder solche Gang durchsetzt ie Gesteine, zwischen denen er liegt — bildet eine Durchtzung, wie das in den Abschnitten über Eruptivesteine und Erzgänge durch Abbildungen erläutert erden wird. Es versteht sich von selbst, daß die urchsetzende Masse allemal jüngerer (neuerer) Entehung sein muß als die durchsetzte. Ueberhaupt aber nd die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Geeine das erste und wesentlichste Hülfsmittel zur Beimmung des relativen Alters derselben. Die oranischen Reste (Versteinerungen), welche viele der aus Wasser abgelagerten (sedimentären) Gesteine enthalten, nat man erst nachträglich zur Altersbestimmung verwenden können, nachdem durch sehr zahlreiche Beobachtungen der Uebereinanderlagerung die Altersreihe der einzelnen versteinerten Thier- und Pflanzenformen estgestellt war.

Kohlen und Steinsalz.

(Tafel 2.)

Diese für uns Menschen so überaus wichtigen Bestandtheile der festen Erdkruste finden sich beide nur zwischen den sedimentären Ablagerungen, nicht in den eruptiven oder metamorphischen Gesteinen. Innerhalb der Reihe der sedimentären Ablagerungen sind sie local in bestimmte Formationen vertheilt; wenn man aber nicht blos eine einzelne Erdgegend, sondern die gesammte Erde berücksichtigt, so zeigt sich bald, daß nicht etwa blos in wenigen bestimmten geologischen Perioden, sondern in den verschiedensten geologischen Zeiträumen der Sedimentärperiode, unter den dazu geeigneten Umständen, bald hier bald da Kohlen oder Steinsalz abgelagert worden sind, nur niemals an demselben Orte beide zu gleicher Zeit, da die Ablagerungsbedingungen für sie sehr verschiedene sind.

Die Kohlenlager entstanden zu allen Zeiten aus localen Pflanzenanhäufungen, mögen diese nun in Sümpfen und Torflagern sich an derselben Stelle angehäuft haben, wo sie wuchsen, oder mögen sie erst von der Landoberfläche aus in Salz- oder Süßwasserbecken zusammengeschwemmt worden sein; ja sogar durch Anhäufung von Meerespflanzen können möglicherweise Kohlen entstanden sein, obwol man solche noch nicht sicher kennt. Die Kohlenlager wurden aber zu keiner Zeit ursprünglich als solche abgelagert, sondern stets als Pflanzentheile. Aus diesen entstanden erst durch allmähliche Umwandlung: Torf, Braunkohle, Stein- oder Schwarzkohle, Anthracit, und zuletzt, aber nur zwischen halb oder ganz krystallinischen Schiefern, der nicht mehr brennbare Graphit. Dieses ist deshalb auch die gewöhnliche Altersreihe der Kohlenvorkommnisse; d. h. Torf und Braunkohlen finden sich in der Regel in den jüngsten oder höchstens tertiären Ablagerungen, Steinkohlen und Anthracit dagegen in den ältern und ältesten. Doch ist diese Altersreihe nicht überall streng eingehalten, da der Umwandlungsproceß unter ungleichen Bedingungen schneller oder langsamer erfolgt ist.

Das Steinsalz ist dagegen, wie die für die Industrie so wichtigen Kalisalze, ein unmittelbares Ablagerungsproduct des Meeres, in welchem seit den ältesten geologischen Zeiten Auflösungen von Chlornatrium (Kochsalz) und verschiedenen andern Salzen vorhanden waren. Es findet sich deshalb in der Regel zusammen mit Gips oder Anhydrit und einigen Kalisalzen, deren Bestandtheile ebenfalls im Meerwasser aufgelöst sind und welche unter den nämlichen Bedingungen wie das Steinsalz auskrystallisirten.

Die wichtigste dieser Bedingungen scheint starke Verdunstung in mehr oder weniger abgeschlossenen Meeresbecken oder -Buchten gewesen zu sein, welche während der Verdunstung immer wieder neue Zuflüsse von Meerwasser erhielten, sodaß sie deshalb gleichsam wie große Eindampfungspfannen wirkten. Steinsalz und Gips sind deshalb sogleich als solche im krystallinischen Zustande abgelagert worden, während der Anhydrit wahrscheinlich erst durch Austreibung des Wassers, unter etwas erhöhter Temperatur aus Gips entstand. Später an die Erdoberfläche erhoben, ist aber auch der Anhydrit durch Aufnahme von Wasser zum Theil wieder in Gips umgewandelt. Die für chemische Fabriken so wichtigen Kalisalze sind in Wasser noch leichter löslich als das Kochsalz, darum findet man sie oft über demselben. Es krystallisiren nämlich die einzelnen Bestandtheile des Meerwassers bei dessen Eindampfung stets nach der Reihenfolge ihrer Löslichkeit aus, zuerst der unter allen am schwersten lösliche schwefelsaure Kalk (Gips), dann das Chlornatrium (Kochsalz), zuletzt die Kalisalze.

Taf. 2, Fig. 20 versucht bildlich die Stellung (das geologische Niveau) darzustellen, welches die in Deutschland bekannten Kohlen- und Steinsalzablagerungen in der Reihenfolge der sedimentären Formationen einnehmen. Daraus ergibt sich, daß innerhalb dieses beschränkten Erdraums beide nur in den Ablagerungen weniger Zeitperioden, oder mit andern Worten nur in bestimmten Formationen auftreten.

Nutzbare Kohlenlager kennt man in Deutschland unterhalb des noch fortwährend entstehenden Torfs nur in den Ablagerungen der Tertiär-, Kreide- und Steinkohlenperiode. Denn das dünne und unreine Lettenkohlenflötz zwischen Keuper und Muschelkalk kann nur ganz local und ausnahmsweise benutzt werden, in den Ablagerungen der genannten Perioden nehmen aber die Kohlenlager zum Theil ungleiche Niveaux ein. Die Tertiärbildungen z. B. enthalten in ihrer obern (pliocänen), mittlern (miocänen) und untern (eocänen) Abtheilung zuweilen Braunkohlenlager, und die der Kohlenperiode enthalten zwar die meisten Kohlen in der eigentlichen Steinkohlenformation, zuweilen aber auch solche im Niveau der Kulmformation, wie z. B. bei Hainichen in Sachsen. Gehen wir aber über die Grenzen Deutschlands hinaus, so finden wir abbauwürdige Kohlenflötze: in Ungarn und im Banat zwischen den Schichten der Juraperiode, in China zwischen den Ablagerungen der Triasperiode, und im europäischen Rußland zwischen und unter den Schichten des Kohlenkalksteins. Die Zeitlücken, welche da noch bleiben, sind offenbar nur zufällige und dürften durch neue Entdeckungen in andern Welttheilen bald ausgefüllt werden. Auffällig ist es allerdings, daß in ganz Westeuropa die Ablagerungen der Tertiär- und Kohlenperiode (die danach benannt ist) sich ganz vorzugsweise durch ihren Reichthum an Kohlenlagern auszeichnen, und daß selbst die nordamerikanischen und sibirischen Steinkohlen und Anthracite größtentheils demselben großen Ablagerungszeitraume angehören, wie unsere Steinkohlen. Dabei ist aber die Zahl und Mächtigkeit der Kohlenlager, sowie ihre Qualität, an den einzelnen Orten und in den einzelnen Flötzen sehr verschieden. In Deutschland kennt man die größte Zahl von übereinanderfolgenden Kohlenflötzen im Becken von Saarbrücken, nämlich 160; diese sind aber bei weitem nicht alle abbauwürdig. Die größte bekannte

Mächtigkeit erreicht ein oberschlesisches Steinkohlenflötz, aber erst einige Meilen jenseit der Grenze bei Dombrowa in Polen, nämlich 48 Fuß.

Steinsalz kennt man in Deutschland nur zwischen den Ablagerungen der Trias- und Dyasperiode. Wir brauchen aber gar nicht weit zu gehen, so finden wir die enorm mächtigen und ausgedehnten Steinsalzablagerungen Galiziens, der Marmaros und Siebenbürgens in tertiären Ablagerungen. In Algier, und wahrscheinlich auch bei Cordouna in Spanien, kommt Steinsalz zwischen den Schichten der Kreideperiode vor, im Gouvernement Perm (Rußland) in dem geologischen Niveau unsers Rothliegenden, und in Nordamerika zwischen silurischen Schichten. Auch da bleiben noch einige, aber nur wenige Zeitlücken, die durch neue Entdeckungen bald ausgefüllt werden dürften. Die Ablagerungen der Triasperiode sind in Deutschland sogar in mehrern verschiedenen Niveaux steinsalzhaltig. Nicht weit von Braunschweig erbohrte man eine schwache Ablagerung desselben im Keuper, die Salinen der Gegenden von Erfurt und Gotha und Kreuzburg bei Eisenach, sowie alle schwäbischen Salinen beziehen ihr Salz aus dem Muschelkalk; das über 1000 Fuß mächtige Steinsalzlager von Staßfurt liegt zwischen Buntsandstein und Zechstein, aber auch die oberste Abtheilung des Buntsandsteins scheint in ihrem Gips Steinsalz zu enthalten (vielleicht gehören hierher die Salinen der nördlichen Alpen). Auf Zechsteinsalz sind dagegen die Salinen von Salzungen, Köstritz, Kösen, Artern, Dürrenberg und Halle begründet.

Kohlen und Steinsalz sind so wichtige Materialien, daß sie überall mit großem Eifer gesucht werden. Für dergleichen Nachforschungen lassen sich nun zwar keinerlei bestimmte Recepte vorschreiben, vielmehr ist dabei eine reiche Erfahrung in diesem Fache das Wichtigste. Immerhin lassen sich aber doch einige kurze Andeutungen geben, die allerdings zum Theil nur den Zweck haben, veraltete Vorurtheile unschädlich zu machen.

Sucht man Kohlen in Deutschland, welches geologisch schon sehr gut bekannt ist, so wird man sie natürlich nur in den Formationen zu erwarten haben, die bei uns bereits als kohlenführend bekannt sind, und hierüber wird sich in den meisten Fällen schon durch gute geologische Karten urtheilen lassen. Sucht man aber Kohlen in irgendeinem entfernten und geologisch noch wenig oder gar nicht bekannten Lande, dann ist das Alter der Ablagerungen gar nicht mehr entscheidend, wohl aber deren petrographische Zusammensetzung. Kohlenlager kommen am häufigsten zwischen Wechsellagerungen von grauem Sandstein und Schieferthon, nur äußerst selten mit Kalkstein, Mergel oder gar mit Gips verbunden vor. Enthalten aber dergleichen Sandsteine oder Schieferthone erkennbare Abdrücke von Pflanzentheilen, so wird dadurch die Hoffnung, Kohlen zu finden, schon etwas größer als durch die bloße Anwesenheit jener Gesteine. Doch kommen zuweilen auch Schieferthone und Sandsteine mit Pflanzenresten vor, ohne brauchbare Kohlenlager zu enthalten.

Sehr oft wird die beckenförmige Gestaltung der Oberfläche oder der Schichtenstellung für ein besonders günstiges Merkmal in Beziehung auf die Anwesenheit von Kohlenlagern ausgegeben. Es ist richtig, daß das theilweise bei vielen Kohlenablagerungen zutrifft, aber keineswegs alle Kohlenformationen sind in deutlich erkennbare Becken eingelagert, und Schichten ohne jede Spur von Kohlen zeigen ebenfalls nicht selten sehr regelmäßige beckenförmige Lagerung. Weder die Anwesenheit, noch die Abwesenheit der beckenförmigen Lagerung ist daher entscheidend. Die Oberflächenform kann sich aber über einem wirklichen Kohlenbecken zu Berg- und Hügelgruppen erheben, wie das der Durchschnitt des Kohlenbeckens von Potschappel bei Dresden Taf. 2, Fig. 1, zeigt. Manchmal ist auch wol ein solches Becken nur zur Hälfte vorhanden und kohlenhaltig, also eigentlich gar nicht ein wirkliches Becken, wie die ideale Zeichnung Fig. 2 zeigt. Wirklich beckenförmig gelagert ist die Steinkohlenformation des Plauenschen Grundes bei Dresden allerdings; dieses Becken ist aber durch spätere Erhebung in zwei Abtheilungen getrennt, von denen Fig. 1 nur die nordöstliche Querschnitt darstellt, und von denen jede jetzt ein Becken für sich bildet, beiderseits von Ablagerungen jüngerer Formation überdeckt, die vom Plauenschen Grunde quer durchschnitten sind. Hier ist also mindestens die gegenwärtige Doppelbeckenform keine ursprüngliche, sondern erst durch eine spätere Hebung in der Mitte veranlaßt, welche zugleich von sehr bedeutenden Verwerfungen begleitet war, die zum Theil in Fig. 1 rechts dargestellt sind.

Dergleichen Verwerfungen haben überhaupt zuweilen sehr unangenehme Unterbrechungen in dem Zusammenhang und Niveau der Kohlenlager hervorgebracht, wie es Fig. 19 auf Taf. 1 ein sehr schlagendes Beispiel zeigt.

In Deutschland liegt sehr gewöhnlich, wie Taf. 2, Fig. 1, und 2, unmittelbar über der Steinkohlenformation das sogenannte Rothliegende, dessen Anwesenheit daher oft, aber nicht immer, als ein günstiges Zeichen für darunter vorhandene Steinkohlen betrachtet werden kann — nicht immer, da auch in Deutschland die Kohlenformation zuweilen unter dem Rothliegenden liegt, oder anderwärts vorhanden ist, ohne von letzterm überlagert zu sein, wie z. B. in Westfalen, wo die Steinkohlenformation, wo sie nicht frei hervortritt, unmittelbar von Ablagerungen der Kreideperiode, oder sogar von Diluvialschichten bedeckt ist.

Die eigentliche Steinkohlenformation, welche in Westeuropa und in Nordamerika bei weitem die ergiebigsten Kohlenlager in sich birgt, enthält in ihren Sandsteinen und Schieferthonschichten, zuweilen auch in dazwischen gelagertem sogenannten Thoneisensteinen oder Sphärosideriten oft sehr viele Pflanzenreste, die von Geschlechtern und Species herrühren, welche größtentheils nicht den jetzt lebend auf der Erde vorhandenen ganz außerordentlich verschieden sind. Aus den einzelnen Abdrücken von Blättern, Früchten und Stämmen dieser Pflanzen hat man versucht, den Gesammtbau derselben abzuleiten und dann aus den vorherrschenden Arten sogar ideale Wald- und Sumpflandschaften construirt, wovon Fig. 16 ein recht anschauliches Beispiel liefert. Aus dem sumpfigen Boden beider Ufer des langsam dahinschleichenden Bachs sprossen hier vielerlei Farrnkräuter und kleine Schachtelhalme hervor, und aus diesem niedern Gestrüpp erheben sich schlanke Baumstämme meist mit zierlichen Rindenzeichnungen. In dieser ganzen Waldlandschaft erblicken wir aber nicht eine einzige blütentragende phanerogame Pflanze; baumförmige Kryptogamen herrschen durchaus vor; nur vereinzelt erblicken wir dazwischen die Palmenart Noggerathia. Selbst der üppigste Tropenwald der Gegenwart besteht nicht so vorherrschend aus Kryptogamen (blütenlosen Pflanzen); noch mehr verschieden sind aber die Einzelformen. Da erblicken wir in der Mitte des Bildes einen starken längsgestreiften, und von Zeit zu Zeit abgegliederten Baumstamm, das ist entweder eine Sigillaria oder vielleicht ein mächtiger Schachtelhalmbaum (Calamites). Zu beiden Seiten desselben derselben Schuppenbäume (Lepidodendra, Lycopodiaceen)

or, deren Rinde mit zierlichen rhombenförmigen Narben bedeckt ist. Wir wollen nun einige dieser Pflanzen etwas näher untersuchen, wobei uns die Fig. 4 bis 19 behülflich sein werden.

Fig. 13 stellt ein Stück Calamitenstamm dar, und war den Steinkern (Ausguß) seines Hohlraums; die schmalen Längsleisten greifen an den etwas eingeschnürten Abgliederungen zickzackförmig ineinander, ganz wie bei unsern jetzigen Schachtelhalmen (Equisseten), die aber nirgends mehr als große Bäume gefunden werden. Zu den Calamitenbäumen der Kohlenperiode gehörte wahrscheinlich ein Theil der über Fig. 13 und 14 abgebildeten Zweige mit wirtelständigen Blättchen, doch läßt sich das nur für Asterophillum, Fig. 5, bestimmt nachweisen. Die Fig. 4 abgebildete Pflanze hat man Annularia genannt, weil bei ihr sich die Blättchen an der Basis zu einem geschlossenen Ringe verbinden, Fig. 6 dagegen Sphenophyllum, weil die Blättchen eine keilförmige Gestalt zeigen. Alle drei kommen ungemein häufig mit Calamiten zusammen in der Steinkohlenformation vor.

Fig. 15 stellt ein Stück Rinde der sehr vielen Arten von Lepidodendron, welche in der Kohlenformation gefunden werden, in natürlicher Größe dar, während darüber, Fig. 14, sich ein verkleinerter Zweig (derselben Gattung angehörig) mit einem endständigen Fruchtkätzchen befindet. Einen ganz analogen Bau wie dieser Zweig zeigen die jetzt existirenden Lycopodien, welche aber selbst in tropischen Ländern nie baumförmig gefunden werden.

Fig. 7 bis 12 stellt eine Auswahl von Farrnwedeltheilen dar, die in der Steinkohlenformation ebenfalls sehr häufig sind. Die sehr zahlreichen Farrnspecies dieser geologischen Periode hat man in eine Anzahl von Familien eingetheilt, von denen die hier repräsentirten besonders häufig und durch viele Species vertreten sind. Fig. 7 und 8 zeigt den Blatttypus der Neuropteriden, Fig. 9 und 10 den der Pecopteriden und Fig. 11 und 12 den der Sphenopteriden. Ueberreste von baumförmigen Farrn werden dagegen in der Steinkohlenformation verhältnißmäßig selten gefunden, Fig. 3 zeigt aber den äußern Abdruck eines solchen Protopteris genannten Farrnstammes.

Die am meisten charakteristischen Pflanzen der Steinkohlenzeit sind unstreitig die Sigillarien und Stigmarien. Zuerst hielt man diese für voneinander verschiedene Pflanzen; später erkannte man aber, daß die Stigmarien nur die Wurzeln der Sigillarienbäume sind, wie das Fig. 19 zeigt, während Fig. 18 einen obern Stammtheil, und Fig. 17 ein Wurzelstück mit ansitzenden Fasern für sich darstellt. Auch hiervon kennt man sehr viele Species und hat aus einigen derselben auch noch besondere Geschlechter gebildet, so z. B. aus Fig. 18 das Genus Favularia. Eine nahe Verwandtschaft dieser offenbar in Sumpfboden gewachsenen Kohlenpflanzen zu lebenden Familien ist noch nicht sicher erkannt.

Es ist zuweilen die Ansicht ausgesprochen worden, während der Steinkohlenperiode müsse eine sehr üppige Riesenvegetation auf der Erde bestanden haben. Das ist aber nach den Ergebnissen genauer Untersuchung und Vergleichung durchaus unrichtig. Allerdings kennen wir gegenwärtig auf der Erde keine baumförmigen Schachtelhalme und Lycopodiaceen mehr; diese kryptogamischen Pflanzen wurden also damals zum Theil größer als jetzt, aber dafür fehlten den Wäldern der Kohlenperiode unsere riesenhaften Tannen, Eichen, Ahorne u. s. w. gänzlich, ja man hat überhaupt niemals in der Steinkohlenformation einen Stamm gefunden, der nach Dicke oder Länge diese unsere Waldbäume auch nur annähernd erreichte. 3 Fuß ist wol der größte Durchmesser, den irgendein Baumstamm der Kohlenperiode erreichte.

Auch besonders anmuthig können jene Wälder nicht gewesen sein, deren Ueberreste wir in der Steinkohlenformation finden; denn abgesehen von dem wahrscheinlich sumpfigen Boden, fehlten ihnen beinahe vollständig bunte Blüten und Früchte; kein Vogel belebte ihre Zweige, kein Säugethier durchbrach ihre Dickichte, und selbst das helle Sonnenlicht scheint ihnen durch eine stets trübe Atmosphäre entzogen worden zu sein, wie sich aus den aufgefundenen Insektenresten ergibt, die ausnahmslos solchen Arten verwandt sind, die gegenwärtig das Sonnenlicht meiden, theils nur in der Dämmerung oder bei Nacht aus ihren Schlupfwinkeln hervorkommen. Auch von größern Reptilien sind in den Schichten der Kohlenformation nur selten Ueberreste gefunden worden; die Köpfe eines Sauriers (Archaegosaurus) sind die einzigen Spuren davon. An einigen Orten findet man ziemlich viele Schalen von Süßwasserconchylien, welche, wie die Landnatur der Pflanzen, beweisen, daß das Material zu den Kohlen auf der Landoberfläche gewachsen, in den meisten Fällen auch wol auf dem Lande in Sümpfen und Landseen abgelagert worden ist; doch finden sich an einigen Orten zwischen den Steinkohlenschichten auch Abdrücke von echten Meeresfischen und Muscheln, besonders aus dem gänzlich ausgestorbenen Geschlechte Palaeoniscus, woraus sich denn ergibt, daß in diesen Fällen das ebenfalls aus Landpflanzen bestehende Material der Kohlenlager in benachbarte Meeresbuchten eingeschwemmt und da erst zur Ablagerung gelangt ist.

Erzlagerstätten.

(Tafel 3.)

Erze nennt man alle Mineralien oder Mineralverbindungen, aus denen sich mit Vortheil Metalle gewinnen lassen; es gehören dazu gediegene Metalle, Schwefelmetalle, Metalloxyde, Metallsalze und einige andere metallhaltige Verbindungen, unabhängig davon, welcher Klasse oder Ordnung des Mineralsystems sie angehören. Erzlagerstätten aber nennt man alle zur Gewinnung geeignete locale Anhäufungen solcher Mineralien, auch in dem Falle, wenn dieselben untergeordnet, außer den Erzen, einige nicht metallhaltige Mineralsubstanzen enthalten.

Dieser mehr praktische als wissenschaftliche Begriff ist daher nothwendig nicht lediglich von der Größe des Metallgehaltes an sich, sondern auch zugleich von einigen andern Umständen abhängig, so z. B. von dem Handelswerth der einzelnen Metalle, von der größern oder geringern Leichtigkeit ihrer Trennung, von den nichtmetallischen Nebenbestandtheilen, von den Preisen der Arbeitslöhne, der Brennmaterialien, des Transports u. s. w. Um das durch ein Beispiel zu erläutern, dürfte es genügen hervorzuheben, daß z. B. eine Quarzmasse welche 1—10 Procent Eisen in irgendeinem Zustande enthält, niemals ein Erz genannt werden kann, während dagegen eine Quarzmasse mit 1 Procent Goldgehalt jedenfalls ein sehr reiches Erz ist.

Gehen wir nach dieser allgemeinen Vorbemerkung zur Erläuterung der Abbildungen über.

Taf. 3, Fig. 1 stellt zunächst übersichtlich die verschiedenen Formen und Arten des Vorkommens von Erzlagerstätten dar, deren jede allerdings sehr variiren kann. Allgemein unterscheidet man Erzlager, Erzgänge, Erzstöcke und Erzimprägnationen.

Erzlager (Fig. 1 a) nennt man plattenförmige

Erzanhäufungen, welche parallel zwischen Gesteinsschichten irgendeiner Art liegen und welche ihrer ganzen Natur nach selbst als erzhaltige Schichten anzusehen sind, die ungefähr gleichzeitig, d. h. in derselben Periode mit den sie einschließenden Schichten abgelagert zu sein scheinen. Selbstverständlich muß die zunächst darunter befindliche Schicht — wie alle noch tiefer liegenden, die man gemeinsam das Liegende des Lagers zu nennen pflegt — bereits vorhanden gewesen, also etwas früher abgelagert worden sein als das sie bedeckende Erzlager; alle darüberliegenden Schichten, die man gemeinsam das Hangende nennt, dagegen etwas später.

In Form von Lagern treten vorzugsweise häufig die verschiedenen Arten von Eisenerzen auf, so namentlich Brauneisenstein, Rotheisenstein, Magneteisenstein, Spateisenstein, Sphärosiderit und Thoneisenstein; weit seltener auch die Erze anderer Metalle. Für die bergmännische Gewinnung ist die Lagerform bei hinreichender Mächtigkeit und Qualität besonders günstig wegen ihrer Regelmäßigkeit und Verbreitungsart, sowie wegen der verhältnißmäßig großen Gleichförmigkeit ihres Gehalts.

Erzgänge nennt man diejenigen Erzanhäufungen, welche Spalten in irgendeinem Gesteine ausfüllen und daher ebenfalls vorherrschend plattenförmig gestaltet sind, aber ohne daß diese Platten den Schichten des einschließenden Gesteins parallel laufen müssen, wie das bei den Lagern der Fall ist; die Richtung der Gangspalten ist vielmehr meist ganz unabhängig von der Schichtung, Schieferung oder Zerklüftung des Gesteins (sogenannten Nebengesteins) in welchem sie auftreten, wie z. B. Fig. 1 bei b, c, d, e, i und k. Doch gibt es auch Gänge (also Spaltenausfüllungen), welche der Schichtung oder Schieferung eines Gesteins parallel laufen, wie z. B. Fig. 1 f. Diese nennt man zur Unterscheidung von den gewöhnlichen Querspaltengängen auch wol Lagergänge, weil sie echten Lagern ähnlich sehen und leicht mit solchen verwechselt werden können. Tritt jedoch der Fall ein, daß ein der Schichtung oder Schieferung des Nebengesteins paralleler Gang einen andern Gang oder mehrere durchschneidet („durchsetzt"), wie z. B. f die Gänge c durchschneidet, so ist damit seine Gangnatur (d. h. Entstehung durch Spaltenausfüllung) sicher entschieden, und man muß ihn zu den Lagergängen rechnen, während echte Lager niemals vorhandene Gänge durchschneiden, sondern nur von ihnen durchsetzt werden können, wie z. B. a von b in Fig. 1.

Contactgänge nennt man diejenigen Spaltenausfüllungen, welche sich auf der Grenze zwischen zwei verschiedenartigen Gesteinen befinden, wie z. B. Fig. 1 i, ein Fall der gar nicht selten vorkommt, wahrscheinlich weil auf solchen Grenzflächen besonders leicht Spalten aufrissen, die nachher ausgefüllt werden konnten.

Wenn mehrere oder viele Gänge in einer Gegend sich nach verschiedenen Richtungen durchschneiden, wie bei k, so nennt man das Netzgänge, oder auch wol gemeinsam einen Gangstock; weit häufiger kommt es jedoch vor, daß mehrere oder viele Gänge ziemlich parallel nebeneinander verlaufen (fallen und streichen), und diese bezeichnet man dann gemeinsam als einen Gangzug.

Wo irgend zwei Gänge sich in ihrem Verlaufe durchschneiden, da bilden sie ein sogenanntes Gangkreuz, so z. B. mehrfach auf Fig. 6 und bei k auf Fig. 1. Dergleichen Gangkreuze pflegen oft mehr oder bessere Erze zu enthalten als die Gänge in ihrem getrennten Verlaufe, namentlich dann, wenn jüngere Gänge ältere durchschnitten haben, was dann häufig mit sogenannten Verwerfungen (theilweisen Verschiebungen) der ältern Gänge verbunden war, wie mehrfach in Fig. 6.

Wenn dagegen ein Gang sich in zwei zerspaltet, „gabelt", wie c, Fig. 1, und b, Fig. 9, so nennt man die kleinere Abzweigung ein Seitentrum.

In Gängen pflegen weit mannichfaltigere Erze und andere Mineralien (sogenannte Gangarten) vorzukommen als in Lagern, worauf wir demnächst noch zurückkommen werden.

Erzstöcke oder stockförmige Erzlagerstätten nennt man massige, unregelmäßig gestaltete Erzanhäufungen in irgendeinem Gestein oder auf der Grenze zwischen zwei verschiedenartigen Gesteinen, wie z. B. l, m und r, Fig. 1. Dabei pflegt man aber noch zu unterscheiden zwischen Lagerstöcken oder liegenden Stöcken und Gangstöcken oder stehenden Stöcken. Unter ersteren versteht man solche, deren Hauptausdehnung ungefähr der Schieferung oder Schichtung des einschließenden Gesteins folgt, wie bei l, Fig. 1; unter letzterm dagegen solche, welche mit ihrer Hauptausdehnung die Schieferung oder Schichtung des einschließenden Gesteins unter ziemlich starkem Winkel durchschneiden, wie bei m. Wenn dagegen eine stockförmige Masse nur eine unregelmäßige Vertiefung der Oberfläche eines Gesteins ausfüllt, wie bei r, so nennt man das auch wol eine Erzbutze oder Nachel.

Stockförmig tritt besonders häufig Magneteisenstein auf, aber auch andere Erze kommen zuweilen stockförmig, besonders in Kalkstein, vor; so namentlich Bleiglanz, Blende und Galmei. Die Lagerstöcke gleichen ihrer Gestalt nach ungefähr großen unregelmäßigen Linsen, und diese können durch Flächenausdehnung bei geringer Dicke (Mächtigkeit) in Lager übergehen, ja manche, namentlich Sphärosideritlager, sind geradezu aus vielen einzelnen linsenförmigen Massen zusammengesetzt.

Erzimprägnationen nennt man solche Lagerstätten, deren Erztheilchen durch die Masse eines gewöhnlichen Gesteins vertheilt sind, ohne scharfe äußere Umgrenzung ihres Vertheilungsraums, während Lager, Gänge und Stöcke in der Regel ziemlich bestimmte äußere Grenzen zeigen.

Dabei können Imprägnationen durch die allgemeine Gestalt des Raums, den sie einnehmen, sich der Form nach sowol den Lagern als den Gängen und Stöcken nähern, weshalb man denn auch lagerförmige (wie bei n Fig. 1), gangförmige (bei o) und stockförmige Imprägnationen unterscheidet. Nur selten kommen Erzimprägnationen ganz selbständig, d. h. ohne Verbindung mit bestimmter abgegrenzten Lagerstätten vor, d. h. sie begleiten in den meisten Fällen Lager oder Gänge in ihrem Hangenden und Liegenden, wie bei o, Fig. 1, oder sie umhüllen allseitig stockförmige Massen.

Da die Erzgänge die wichtigste und interessanteste Gruppe von Erzlagerstätten bilden, so sind einige ihrer Eigenthümlichkeiten durch folgende Figuren: 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8, specieller erläutert worden. Hierzu noch Folgendes: In den Gängen treten mit den Erzen oft innig verbunden gewöhnlich einige nicht metallhaltige Mineralien, zuweilen auch Bruchstücke oder zerriebene Theile des Nebengesteins auf, die man zum Unterschied von den eigentlichen Erzen Gangarten zu nennen pflegt. Die häufigsten sind Quarz, Kalkspat, Braunspat, Manganspat, Eisenspat, Schwerspat und Flußspat; außer diesen kommen aber noch zahlreiche andere Mineralien zuweilen als Gangarten vor. Die Erze und Gangarten sind nun in den Erzgängen auf verschiedene Weise verbunden, und bringen dadurch

Texturerscheinungen hervor, die zum Theil allerdings mit denen der Gesteine übereinstimmen, zum Theil aber auch davon verschieden sind. Die Figuren 3, 4 und 8 stellen neben andern Gangerscheinungen einige besonders charakteristische Texturverhältnisse dar.

Ganz besonders interessant und lehrreich ist die sogenannte Lagentextur vieler Erzgänge, wovon Fig. 3 ein ausgezeichnetes Beispiel liefert. In diesem Falle ist die von a bis a geöffnete Spalte nach und nach durch zehn untereinander etwas verschiedene Mineralagen ausgefüllt worden, die auf der Abbildung durch die Buchstaben a bis l in ihrer chronologischen Aufeinanderfolge bezeichnet sind. Zuerst bildete sich an beiden Spaltenwänden die aus Blende bestehende Lage a aus, darüber die Quarzlage b, dann eine Flußspatlage c, und so fort bis l, welches die mittelste aus Kalkspat bestehende Doppellage ist. Da diese beiderseitig angefangene Doppelschicht den noch übrigen Spaltenraum nicht allenthalben vollständig erfüllte, so blieben theilweise flache Hohlräume übrig, in welche der Kalkspat auskrystallisirte und so mittlere Drusenräume bildete.

In diesem Falle ist die Anordnung der einzelnen Mineralagen eine durchaus symmetrische von den Spaltenwänden oder sogenannten Saalbändern des Ganges nach der Mitte zu, und die einzelnen Lagen bestehen meist aus gänzlich voneinander verschiedenen Mineralsubstanzen; das ist aber keineswegs immer der Fall; nicht selten bestehen die meisten einzelnen Lagen aus derselben Mineralsubstanz, und unterscheiden sich nur durch etwas verschiedene Färbung oder Krystallisation voneinander, wie das namentlich bei den sogenannten Bandachatgängen der Fall ist, in denen man zuweilen mehr als hundert regelmäßig aufeinanderfolgende, nur etwas ungleich gefärbte Lagen von Kieselsubstanz unterscheiden kann.

Auch die symmetrische Anordnung der Lagen ist zuweilen unterbrochen oder gestört, indem einzelne Mineralagen nur einseitig auftreten oder in einer falschen Stellung eingeschoben erscheinen, welche letztere Abweichung von der normalen Symmetrie meist dadurch erklärt werden kann, daß nach der ersten Ausfüllung der Spalte in dem so weit fertigen Gange aufs neue Spalten aufgerissen sind, die der ersten Spalte mehr oder weniger parallel verlaufen, und nun nachträglich von Mineralsubstanzen erfüllt wurden. Auf diese Weise scheint z. B. der Fig. 2 dargestellte Fall am einfachsten erklärt werden zu können.

Fig. 4 stellt eine etwas unregelmäßig zerspaltene, und von Erzgängen durchzogene Felswand des Monte-Calvi in Oberitalien dar, in welcher sich die Erze und Gangarten derart concentrisch-schalig gruppirt haben, daß dadurch sogenannte Ringerze oder Cocardenerze entstanden sind, welche im Querbruch concentrische Lagen von ungleicher Beschaffenheit und Farbe zeigen.

Fig. 8 zeigt den Durchschnitt eines sogenannten Doppelganges, welcher durch Ausfüllung zweier parallel neben- und nacheinander aufgerissener Spalten zu erklären ist. In der durch a und b bezeichneten Spalte ist zuerst eine krystallinische Quarzlage (a) an beiden Spaltenwänden abgelagert worden, und dann wurde der mittlere Raum (b) durch eine Breccie ausgefüllt, deren aus Blende und Bleiglanz bestehende Bruchstücke durch krystallinischen Quarz verbunden sind, welcher die einzelnen Stücke radial umstrahlt. Die Spalte zwischen a und c scheint dann später aufgerissen und durch ganz andere Materialien ausgefüllt worden zu sein.

Fig. 9 zeigt uns in schieferigem Gneis einen ältern, aus Blende und Bleiglanz massig zusammengesetzten Gang, welcher von einem jüngern Schwerspatgange durchsetzt ist, der im obern Theil der Figur sich verzweigt.

Fig. 6 liefert einen idealisirten Querschnitt der sehr verwickelten Gesteins- und Gangverhältnisse eines Zinnerzgebiets in Cornwall. Hier besteht die Gegend vorherrschend aus dem von den dortigen Bergleuten Killas genannten Thonschiefer (K). Dieser ist zunächst local unterbrochen und durchsetzt von mächtigen Granitmassen (G), welche hier und da auch kleine gangförmige Ausläufer in den Thonschiefer bilden. Diese beiden Gesteine sind nun aber wieder mehrfach gangförmig durchsetzt von einer Art Quarzporphyr (P), welchen in Cornwall die Bergleute Elvans zu nennen pflegen. Noch später sind dann zahlreiche Spalten aufgerissen, in welchen sich Zinnerze und zum Theil auch Kupfererze, zugleich mit verschiedenen andern Mineralsubstanzen, ablagerten. Diese Erzgänge sind auf der Abbildung durch schwarze Linien dargestellt, und es ist aus den Beziehungen dieser Linien zueinander zugleich erkennbar, daß diese Spalten in verschiedenen Zeiten nacheinander aufgerissen und ausgefüllt worden sein müssen, denn sie kreuzen sich nicht nur vielfach, sondern durchsetzen und verwerfen sich auch ziemlich häufig, so namentlich unter v und e. Die kleine Partie bei S deutet ein sogenanntes Zinnseifenlager an, welches hier offenbar durch theilweise mechanische Zerstörung, Ab- und Anschwemmung von Zinnerzgängen entstanden ist, und aus welchen sich das Zinnerz nun um so leichter gewinnen läßt.

Fig. 7 stellt den Querschnitt eines solchen sogenannten Seifenlagers am Ural dar, aus welchem aber nicht Zinnerz, sondern kleine Goldkörner aus den Sand-, Lehm- und Geröllschichten b und c gewonnen werden, die hier die unebene Oberfläche von krystallinischen Schiefergesteinen (a) überdecken, und selbst wieder von einer unhaltigen Bodenschicht theilweise überdeckt werden. Alle Seifenlager — deren Benennung von der Methode ihrer Gewinnung, dem Auswaschen oder Ausseifen herrührt — haben das Gemeinsame, daß man in ihnen keine festanstehenden Erze, sondern nur lose eingestreute Körner oder Blättchen eines specifisch schweren und zugleich schwer zerstörbaren Metalls, wie Gold und Platin, oder Zinnerz, weit seltener auch Edelsteinkörner (wie Diamanten) findet, die den mechanischen und chemischen Einwirkungen des Wassers großen Widerstand leisteten.

Fig. 5 stellt nun schließlich noch einen sehr sonderbaren Fall von Verwerfung dar, bei dem es zunächst den Anschein gewinnen kann, als wenn gegen alle Wahrscheinlichkeit der jüngere Gang b, welcher einen ältern a sehr deutlich durchschnitten (durchsetzt hat), dennoch von dem ältern a sogar zweimal verworfen sei, was nach der streng mathematischen Theorie der Verwerfungen eine absolute Unmöglichkeit ist. Dieses Räthsel löst sich indessen sehr einfach durch die Voraussetzung, daß an den Saalbändern (Spaltenwänden) des ältern Doppelganges a, nachdem er bereits von b durchsetzt war, nochmals Spalten aufgerissen sind, welche mit Verschiebung der Massen verbunden waren, ohne ausgefüllt zu werden — d. h. ohne wirkliche Gänge zu bilden —, wie das sehr häufig geschehen zu sein scheint. Dergleichen Spalten nennt man Verwerfungsklüfte.

Organismen der geologischen Perioden.

(Tafel 4 bis 7.)

Die Tafeln 4 bis 7 stellen charakteristische Beispiele von Organismen verschiedener geologischer Perioden

dar, deren Ueberreste man im fossilen (versteinerten) Zustande aufgefunden und danach zum Theil möglichst ergänzt hat. Da aber diese vier Tafeln nicht chronologisch geordnet sind, so dürfte es zweckmäßig sein, der Besprechung der einzelnen hier eine dem Alter der durch sie dargestellten geologischen Zeiträume entsprechende Reihenfolge vorauszuschicken.

Grauwackenperiode, umfassend die cambrische, silurische und devonische Zeit, Taf. 7, welche jedoch am untern Rande auch noch einige Pflanzenreste der Kohlen- und Dyasperiode enthält, deren wichtigste bereits auf Taf. 2 dargestellt wurden. — Kohlenperiode, Taf. 2. — Triasperiode, Taf. 4. — Jura- und Kreideperiode, Taf. 5. — Tertiärperiode, Taf. 6.

Triasperiode

Nach den in Deutschland bekannten Ablagerungen pflegt man die Triasperiode in eine Buntjandstein-, Muschelkalk- und Keuperzeit einzutheilen. Aus allen diesen Zeitabschnitten sind auf Taf. 4 einige Organismen, zum Theil in etwas idealisirter Ergänzung dargestellt. Während der ganzen Triasperiode scheint Deutschland local wechselnd Land- und Meeresboden gewesen zu sein, denn man findet Reste von Land- und Meeresorganismen theils in verschiedenen, miteinander wechselnden Schichten, theils sogar in denselben Schichten beisammen, in welchem letztern Falle die Landpflanzenreste als in eine flache Meeresbucht eingeschwemmt anzusehen sind. Die Pflanzen und Thiere dieser Periode waren jedenfalls sehr verschieden von allen denen, welche heute auf der Erde leben; auch zeigt sich in der Vertheilung ihrer fossilen Reste noch keine Spur deutlicher Klimazonen.

Fig. 5 auf Taf. 4 stellt eine ideal componirte Gruppe von Bewohnern jenes Meeres und seiner Ufer dar, aus welchem die Muschelkalkformation abgelagert worden ist, während Fig. 1 bis 4 und 6 bis 14 einzelne für diesen geologischen Zeitraum besonders charakteristische Reste von Meeresbewohnern bringen, deren Namen am untern Rande der Tafel angegeben sind. In dem stark bewegten Meer auf Fig. 5 schwimmen zwei vom benachbarten Lande eingeschwemmte Baumstrünke, auf deren einem ein riesiger Notosaurus hinaufzuklettern bemüht ist, wahrscheinlich weil seine vier Füße weit besser zum Fortbewegen auf dem Lande als zum Schwimmen in stürmischen Fluten eingerichtet waren. Ein ganz ähnliches Reptil hat wol aus gleichem Grunde sich auf eine benachbarte Felsklippe gerettet, auf deren flacher Ausbreitung zahlreiche Seethiere verschiedenster Art ausgespült wurden, deren fossile Reste zum Theil auf unserer Tafel speciell abgebildet sind.

Fig. 1: Nautilus bidorsatus, eine längst ausgestorbene Species der Nautileen, welche noch jetzt das Meer bewohnen, während Fig. 4, Ceratites nodosus, einem Geschlechte der Ammoneen angehört, die seit dem Schluß der Kreideperiode überhaupt vollständig ausgestorben zu sein scheinen, während sie in der Juraperiode ihre größte Blüte erreichten.

Fig. 2: Encrinus liliiformis, muß in der Muschelkalkzeit ungemein zahlreich den Meeresboden bewohnt haben, denn es finden sich in dieser Formation weit ausgedehnte Schichten, die fast nur aus den unter 2 besonders abgebildeten Stielgliedern dieses längst erloschenen Crinoideen bestehen.

Fig. 6, 8, 9, 12 und 13 stellen einige besonders charakteristische Conchylien desselben Zeitraums dar, 10 einen Krebs, 11 einen Seestern und 14 eigenthümliche innere Organe gewisser Cephalopoden; Fig. 17 eine ideal zusammengestellte Landschaft der Keuperzeit; zwischen Hügeln, die nur sparsam von Cycadeen Farrn bewachsen sind, dehnt sich ein sumpfiges aus, von dessen Boden sich riesige Schachtel und andere Sumpfpflanzen erheben. Von den erw fert Fig. 7 eine speciellere Zeichnung. Das fü Reptil auf Fig. 17 ist ein Mastodonsaurus, Kopfreste ziemlich häufig im Keuper gefunden In derselben Formation sind auch bisjetzt die Säugethierreste gefunden worden, wovon Fig. Kinnlade darstellt.

Die Buntsandsteinformation enthält in Ver verhältnißmäßig nur wenig organische Reste, einige Pflanzenabdrücke, Fig. 18, welche von carien ähnlichen Bäumen herzurühren scheinen höchst merkwürdige Fußeindrücke (Fährten) ei großen Chirosaurus genannten Reptils, die ma Gegend von Hildburghausen ziemlich häufig Schichtflächen eines Sandsteins findet.

Jura- und Kreideperiode.

Taf. 5 enthält Abbildungen einiger besonders teristischer Lebensformen der Jura- und Kreide

Fig. 4 zunächst eine nach Oswald Heer z sammengestellte Küstengegend der Jurazeit. Vom Meeresgrunde wachsen mancherlei Korallen, Sch und Crinoideen empor, zwischen denen die Schal verschiedenen Conchylien umherliegen, die zum am Rande der Tafel speciell abgebildet sind. nur flach über den Meeresspiegel erhebenden und Inseln — zum Theil Korallininseln — f einer üppigen Vegetation bedeckt, die vorherrschen Farrn, Cycadeen und Palmen besteht.

Fig. 19 bringt dagegen eine ideal ergänzte gruppe aus dem Zeitraum zwischen Jura- und K periode, in welchem die Wielden- und Deisterform abgelagert worden sind.

Nach diesen beiden belebten Landschaftsbildern wir die auf unserer Tafel dargestellten, besonders teristischen fossilen Thierformationen beider Pe etwas näher betrachten, und zwar zunächst die der zeit. Fig. 5, 6 und 7 stellen drei höchst merkw Reptilien dieses Zeitraums dar; Fig. 5 eine sogen Flugechse (Pterodactylus); das war, nach mehre lithographischen Kalkstein von Solenhofen gefun Skeleten, ein mit scharfen Zähnen bewaffnetes eid artiges Thier, welches vermittels fledermausa Flughäute sich durch die Luft bewegen konnte, wä lange Krallen an den Extremitäten vielleicht dienten, seine Beute zu erfassen oder sich festh Baumästen anzuklammern. Fast ebenso abnor von allen jetzt lebenden Thierformen waren die Ve saurier, Fig. 6 und 7. Beide mit flossenähn Schwimmfüßen, wie sie kein lebendes Reptil b vorherrschend auf das Leben im Meere angewi kaum befähigt sich auf trockenem Lande fortzubewe beide nach ihrem Zahn- und Körperbau höchst g fige Raubthiere, wie sich sogar aus den von d herrührenden versteinerten Excrementen (Koprol Fig. 8) ergibt, welche zahlreiche Reste thierischer Nah enthalten. Den Plesiosaurus scheint sein schw artiger langer Hals dazu befähigt zu haben, den hoch über den Wasserspiegel zu erheben, um ne nach Beute auszuspähen, während dagegen der ma und plumpe Ichthyosaurus durch wahrhaft teller Augen besonders befähigt gewesen zu sein scheint, tief unter dem Meeresspiegel noch deutlich zu se Diese monströsen Reptilien haben, wie sich aus d Skeleten ergibt, zuweilen eine Länge von mehr 30 Fuß erreicht, und müssen während der Ablager der sogenannten Liasformation in Südengland wie

aben ungemein häufig gewesen sein, wie sich aus roßen Zahl von ihnen herrührender Knochen und e ergibt, die man aufgefunden hat.

ter den wirbellosen Thieren dieser Periode spie- ie Cephalopoden eine ganz besonders interessante . Es lebten damals noch zahlreiche Genera und es dieser Ordnung, die jetzt gänzlich ausgestorben so namentlich Belemniten und Ammoniten, Fig. und 10. Von zweischaligen Meeresmuscheln Brachiopoden dieser Periode sind unter Fig. 9, nd 27 drei Beispiele abgebildet, von Strahlthieren en zwei unter Fig. 3 und 23.

der Kreideperiode lebten ebenfalls noch viele nniten und ammonitenartige Cephalopoden, die er gänzlich ausgestorben sind. Fig. 16, 24 und ellen sogenannte Krüppelformen der Kreideammo- dar, in welchen sich die bei den echten Ammo- spiralförmig fest aufgerollte Schale theils ge- t und theilweise aufgewickelt, theils thurmförmig baut zeigt. Fig. 12 gehört ebenfalls zu den alopoden dieser Periode, ist aber kein Ammonit, en ein echter Nautilus, dessen Nachkommen noch ebend im Meere gefunden werden. Unter den haligen Muscheln der Kreideperiode sind besonders ir Abtheilung der Rudisten gehörigen Hippuriten, 17, höchst charakteristisch; aus ihren dicken Scha- bestehen beinahe ausschließlich gewisse ziemlich ige und weitverbreitete kalkige Ablagerungen in Alpen und an den Küsten des Mittelländischen es, die man deshalb Hippuritenkalksteine genannt Vielleicht nicht ganz so häufig, aber ebenso kteristisch sind die Fig. 13, 15, 18 und 27 ab- deten zweischaligen Muscheln (zum Theil Tere- ln). Aus der Klasse der Strahlthiere kommen n Ablagerungen der Kreideperiode sehr viele, zu- n in Feuerstein umgewandelte Echiniten oder gel vor, zu denen z. B. auch der Fig. 22 abge- te Spatangus gehört. Aus der Abtheilung der elwürmer finden sich zuweilen massenhafte An- ungen von Serpula, Fig. 21, während dagegen Gestein der weißen Kreide, wie sich unter dem rosstop ergibt, fast gänzlich aus den mit bloßem e unsichtbar kleinen Kalkschalen von Foraminiferen Polythalamien zusammengesetzt ist, wovon Fig. ehr vergrößerte Abbildungen bringt.

Tertiärperiode.

Man pflegt die Tertiärperiode in drei Hauptab- itte zu theilen, nämlich in die älteste oder eocäne ärzeit, die mittlere oder miocäne und die neueste pliocäne; doch sind die Ablagerungen dieser ein- en Zeiträume nicht immer scharf und leicht erkenn- voneinander verschieden, während dagegen auch ältesten Tertiärschichten sowol durch ihre Lagerung Gesteinsbeschaffenheit, als durch ihre Versteine- gen scharf und leicht erkennbar von den jüngsten agerungen der Kreideperiode getrennt zu sein gen. Alle tertiären Ablagerungen unterscheiden sich nders auch dadurch von allen ältern, daß sie unter n Versteinerungen die Ueberreste einiger noch leben- Species enthalten, während in den ältern Ab- erungen von der Kreide an abwärts noch niemals liche Reste einer noch jetzt lebenden Art gefunden den sind. Das Verhältniß der lebenden Arten zu ausgestorbenen nimmt aber in den tertiären Ab- erungen derart stetig zu, daß, während die ältesten tiärschichten nur wenige Procent lebende Spe- enthalten, in den mittlern beinahe schon ein ttel lebender Species zusammen mit zwei Drittel gestorbener gefunden werden, in den neuesten plio- cänen die lebenden Arten sogar die ausgestorbenen überwiegen. Auf dieses Verhältniß begründete Lyell seine Eintheilung in eocän, miocän und pliocän. Auf unserm Bilde sind einige charakteristische Lebensformen aller drei Zeitabschnitte dargestellt.

Beginnen wir mit der nähern Betrachtung der ideal zusammengestellten tertiären Landschaft, Taf. 6, Fig. 3. Da in derselben nur solche Pflanzen dargestellt sind, deren fossile Reste im südlichen Deutschland und der Schweiz aufgefunden wurden, so geht daraus hervor, daß dieser Erdraum damals ein fast tropisches (subtropisches) Klima besessen haben muß, denn Palmen, Cycadeen u. dgl. herrschen durchaus vor; von den andern Baum-, Strauch- und Krautarten ist nur eine mächtige Araucarie auf der linken Seite deutlich erkennbar; es sind aber jedenfalls schon zahlreiche Dicotyledonen und andere üppig blühende Pflanzen darunter; während diese in den vorhergehenden geologischen Perioden noch äußerst selten gewesen sind und der Kohlenperiode wahrscheinlich ganz fehlten. Damit stimmt auch die reiche Fauna der tertiären Periode überein; man hat Reste und Spuren von zahlreichen Insekten gefunden, und auch sehr viele Knochen verschiedenartiger Säugethiere, die jedoch auf unserm Bilde nur durch zwei Riesenelefanten (Mammuth) und einige Flußpferde vertreten sind. Ein großer Salamander, Andrias Scheuchzeri (Fig. 5), ist uns als Skelet unter unserer tertiären Sumpflandschaft dargestellt. Dieses Skelet wurde schon im vorigen Jahrhundert bei Oeningen in neutertiärem Kalkstein aufgefunden und damals von Scheuchzer als homo diluvii testis bestimmt. In derselben Kalksteinlagerung finden sich sehr zahlreiche Abdrücke von Landpflanzen, Süßwasserfischen, Muscheln und Insekten.

Fig. 2 ist das in Alabama aufgefundene Skelet eines riesigen Seeläugelhiers (einer Cetacee), welches anfangs für ein großes, 80 Fuß langes Reptil gehalten und in Europa unter dem Namen Hydrarchos vorgezeigt wurde.

Ungemein reich an Fischabdrücken sind besonders die eocänen Kalkschichten am Monte-Bolca in Oberitalien, und die ungefähr gleichalten Thonschiefer im Canton Glarus. Vom erstern Orte stammt der Fisch Fig. 1, vom letztern dagegen der Fig. 14. Diese letztere Localität ist namentlich deshalb von ganz besonderm geologischen Interesse, weil man daselbst in einem verhältnißmäßig kleinen Gebiet 53 Species von ausgestorbenen Seefischen entdeckte, die in keiner andern gleichalten Ablagerung bekannt sind. Fig. 9 ist der Zahn eines tertiären Haifisches, wovon ebenfalls sehr viele Species in den neutertiären Ablagerungen gefunden wurden. Unter Fig. 8 sind drei tertiäre Krebsformen abgebildet, a Telphusa speciosa, eine Seekrabbe, b Eier einer Daphnia und c Cypris faba, ein sehr kleiner Süßwasserkrebs, welcher in eine bohnenförmige Schale eingeschlossen und deshalb schwer als Krebsthier zu erkennen ist.

Fig. 11 ist die Schale eines tertiären Cephalopoden, welche sich der lebenden Gattung Argonauta anschließt.

Fig. 13 stellt 26 Arten von Meeresconchylien dar, welche in den eocänen Ablagerungen des pariser Beckens, besonders im sogenannten Grobkalk gefunden wurden, aus dem man weit über 1000 Species kennt. Da dieselben auf der Tafel nicht einzeln benannt sind, so folgt hier ein nach den beigesetzten Buchstaben geordnetes Verzeichniß:

a Cassidaria carinata,
b Strombus ornatus,
c Conus diversiformis,
d Rostellaria columbella,

e Ampullaria accumulata,
f Buccinum stromboides,
g Pyrula nexilis,
h Pleurotoma transversaria,
i Marginella ovulata,
k Harpa mutica,
l Cerithium tricarinatum,
m Oliva nitidula,
n Fusus bulbiformis,
o Bifronta laudunensis,
p Cyrena depressa,
q Natica cepacea,
r Neritina conoides,
s Pileopsis cornucopiae,
t Lucina concentrica,
u Cardium aviculare,
v Corbis tumida,
w Venericordia coravium,
x Chama lamellosa,
y Cyrena depressa,
z Cyclostoma mumia,
tz Venus turgidula.

Das sind eben nur wenige Beispiele einer ungemein reichhaltigen localen Meeresfauna der ersten Tertiärzeit, welcher auch das besonders schöne und große, unter Fig. 4 abgebildete Cerithium giganteum angehörte.

Noch einige höchst merkwürdige eocäne Schalthierformen sind unter Fig. 6, 7 und 12 abgebildet, nämlich sogenannte Nummuliten, aus deren fossilen Resten weitverbreitete mächtige Ablagerungen der ältern Tertiärzeit ganz vorherrschend zusammengesetzt sind, weshalb man dieselben auch wol Nummulitengesteine (Nummulitenkalksteine und Nummulitensandsteine) zu nennen pflegt. Diese Nummulitengesteine wurden zuerst sehr mächtig an den Alpenrändern erkannt, breiten sich aber von da aus durch das gesammte große Karpatengebiet über sämmtliche Küstenländer des Mittelländischen und des Rothen Meeres aus, und selbst auf Borneo und Sumatra scheinen sie noch ziemlich ausgedehnt vorhanden zu sein, während dagegen die deutschen, französischen und englischen Tertiärbildungen gleichen Alters nördlich von den Alpen nur höchst selten und ganz vereinzelt Nummuliteureste enthalten. Diese meist flach-linsenförmigen Gehäuse, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit Münzen „Nummuliten" genannt wurden, gehören der in der Reihe der thierischen Organismen sehr tief stehenden Ordnung der Foraminiferen an, und zeigen, wenn man sie passend durchbricht oder durchschneidet, einen spiralförmigen Bau und eine Zusammensetzung aus lauter kleinen Zellen, deren jede von einem besondern Thierchen bewohnt gewesen zu sein scheint, ähnlich wie die kleinen Zellen der Korallen. Echte Nummuliten existiren gegenwärtig nicht mehr lebend im Meere, und scheinen auch vor der Tertiärperiode, in der sie eine so außerordentliche Rolle spielten, nicht existirt zu haben.

Endlich ist unter Fig. 10 noch der Zapfen einer tertiären Sequoia (Wellingtonia) abgebildet, also demselben Genus zugehörig, dem die californischen Baumriesen angehören; sonderbarerweise scheinen aber die tertiären Sequoien bei weitem nicht die Größe der californischen erreicht zu haben, während dagegen ihre fossil aufgefundenen Zapfen zum Theil sogar noch etwas größer sind als die der californischen Riesenbäume.

Grauwackenperiode.

Grauwackenperiode oder auch Uebergangsperiode pflegt man den ältesten geologischen Zeitraum zu nennen, aus welchem deutliche organische Re Versteinerungen bekannt sind. Was ihm vorhe wird etwas ungenau als Erstarrungsperiode ode wol als azoische Zeit bezeichnet. Die Grauw periode theilt man aber neuerlich gewöhnlich i cambrische, silurische und devonische Zeit ein; an schließen sich dann als noch neuer die Kohlenperiod die Dyasperiode an, welche mit der Grauwackenp auch wol gemeinsam zu dem primären Zeitrau rechnet werden, im Gegensatz zu dem secundären cher Trias-, Jura- und Kreideperiode umfaß welche dann der tertiäre und quartäre Zeitraum Taf. 7 enthält Abbildungen von Versteinerung allen drei Zeiträumen der Grauwackenperiode, außerdem noch zwei aus der Dyasperiode.

Aus der cambrischen Zeit, in den ältesten d sedimentären Gesteinen, sind nur sehr wenige bestimmbare organische Reste bekannt, und da noch gar keine von Wirbelthieren. Es sind dari wenige niedere Meeresmuschelarten, undeutliche phyten und eine noch etwas unsichere Pflanze, hamia, Fig. 6, gefunden worden; selbst von der scheinlichen Foraminiferengattung Eozoon, dere man in Kalksteineinlagerungen noch älterer frü scher Schiefer entdeckt zu haben glaubt, sind i cambrischen Thonschiefern und Kalksteinen noch Exemplare aufgefunden worden.

Weit reichhaltiger ist nun schon die Flora, und ders die Meeresfauna der Silurzeit. Dabi ren z. B. die Fig. 1 abgebildeten sehr charakteri Graptolithen, von denen es eine Zeit lang zwei blieb, ob sie zu den Fucoiden oder nur zu den lopoden gehörten, während sie gegenwärtig mit Sicherheit zu den Foraminiferen gerechnet werde silurischen Ablagerungen kommen schon ziemlich Orthoceratiten, Korallen, Meeresmuscheln und biten vor, von denen unsere Tafel jedoch vorher einige Repräsentanten aus der etwas neuern zeit enthält. In den russischen Ostseeprovinz man in silurischen Thonablagerungen auch bere deutliche Fischzähne gefunden, noch nirgends ab jetzt die Reste höher stehender Wirbelthiere.

Die Devonzeit hat nicht nur mehr, sonder unter auch höher organisirte fossile Thierreste g welche den Hauptinhalt von Taf. 7 bilden. gehören die folgenden als ziemlich charakte Formen:

A. Einige sehr eigenthümliche, und von le stark abweichende Fische, die zum Theil von festen Panzer umhüllt waren, wie Fig. 20, und 36. Von Fig. 11 und 32 wird später d sein, da diese Fische der weit jüngern Dyas angehörten, und hier nur aus räumlichen G abgebildet wurden.

B. Trilobiten, Fig. 4, 22, 33 und 34; d Crustaceen, welche jedoch von allen jetzt lebende artigen Thieren sehr verschieden waren. Sie die Meere der Grauwackenperiode in großer Mannichfaltigkeit bewohnt zu haben, dann al bald ausgestorben zu sein. Aus der Silurzei man gegen 500 Species, aus der Devonzei weniger, und in den Ablagerungen der Kohle werden nur noch vereinzelte gefunden.

C. Die Ordnung der Cephalopoden war Grauwackenperiode namentlich durch die Ge Orthoceratites, Fig. 21, Phragmoceras, G Goniatites, Fig. 2, und Clymenia, Fig. 25, ten, während es damals noch gar keine echten niten und noch weniger Belemniten gegeben zu scheint.

D. Brachiopoden, zu denen auch die bis in die lebende Schöpfung hineinreichenden Terebrateln gehören, waren ungemein häufig und mannichfaltig, und darunter viele später ganz ausgestorbene Geschlechter, wie Pentamerus, Fig. 10, Calceola, Fig. 12, Spirifer Fig. 15 und 17; während die Gattungen Leptaena, Fig. 3, Productus, Fig. 8, und Chonetes, Fig. 19, häufiger in den Ablagerungen der Kohlen- und Dyasperiode als in denen der Grauwackenperiode gefunden wurden.

E. Von zweischaligen Muscheln enthält Taf. 7 nur ein Beispiel, Fig. 29, obwol dieselben keineswegs zu den Seltenheiten gehören.

F. Einschalige Weichthiere (Meeresschnecken), sind in den Ablagerungen der Grauwackenperiode ziemlich häufig; darunter z. B. die Genera Murchisonia, Fig. 5, Euomphalus, Fig. 9, und Bellerophon, Fig. 18.

G. Die Ordnung der Strahlthiere war besonders durch Crinoideen wie Pentatremites, Fig. 16, Melocrinus, Fig. 30, Cupressocrinus, Fig. 7, und Hypanthocrinus, Fig. 26, stark vertreten.

H. Ganz außerordentlich zahl- und formenreich war die Klasse der Zoophyten (Schwämme und Korallen). Dazu gehören auf unserer Tafel: Fig. 23, Catenipora labyrinthica, welche nur aus silurischen Ablagerungen bekannt ist; Fig. 24, Cyathophyllum flexuosum, sehr charakteristisch für devonische Schichten; Fig. 27, Receptaculites Neptuni, und Fig. 28, Calamopora polymorpha.

Schließlich sind nur noch einige auf Taf. 7 abgebildete Versteinerungen der Dyasperiode zu besprechen, die nur des Raums wegen hier aufgenommen wurden. Es sind die folgenden:

Fig. 8, Productus aculeatus, eine für die Zechsteinformation als obere Abtheilung der Dyas sehr charakteristische Brachiopoden-Species. Fig. 11 und 32, zwei Meeresfische, deren Abdrücke man ungemein häufig in dem sogenannten Kupferschiefer findet, und welche durch ihren unsymmetrischen (heterocerken) Schwanzflossenbau von allen jetzt lebenden Fischen besonders stark abweichen. Ferner Fig. 37 und 38, die Querschnitte zweier verkieselter Farnstämme aus dem Rothliegenden, welches die untere Abtheilung des Dyas bildet.

Vulkane.

(Tafel 8.)

Die Vulkane werden häufig, aber mit Unrecht, feuerspeiende Berge genannt, denn in Wirklichkeit treten bei ihrer normalen Thätigkeit aus ihnen keine Flammen, überhaupt kein Feuer im gewöhnlichen Wortsinn hervor, wie denn überhaupt Feuer — Verbrennung mit Flammen — im Erdinnern, aus dem ihre Wirkungen hervorgehen, etwas Undenkbares, eine naturhistorische Unmöglichkeit ist. Alexander von Humboldt hat die vulkanische Thätigkeit überhaupt zuerst sehr passend definirt als eine Reaction des heißflüssigen Erdinnern — nicht etwa Centralfeuers — auf die feste Erdkruste und deren Oberfläche. Nur als Nebenerscheinung kommt es zuweilen vor, daß unter andern auch brennbare Gasarten aus vulkanischen Spalten ausströmen, und nach ihrer zufälligen Entzündung wirkliche Flammen bilden, die aber durchaus nicht als nothwendig mit vulkanischen Eruptionen überhaupt verbunden sind.

Wenn auch die localen und zeitlichen Veranlassungen der Entstehung von neuen Vulkanen wie der Eruptionen vorhandener, noch in großes Dunkel gehüllt sind, so steht doch so viel fest, daß alle vulkanischen Berge, welche in der Regel eine ziemlich kegelförmige Gestalt zeigen, fast ausschließlich durch das Material solcher Eruptionen aufgebaut sind, indem um eine, mit dem Erdinnern in Verbindung stehende Oeffnung — um einen Krater — herum sich nach und nach allseitig ausgeworfene Schlacken und übergeflossene Lavaströme aufhäuften und in dieser Weise immer höhere sogenannte Eruptionskegel bildeten.

Nun zeigen aber manche Vulkane einen, den eigentlichen Eruptionskegel und Krater concentrisch umgebenden, mehr oder weniger vollständigen und hohen, ringförmigen Bergwall, wie z. B. der Vesuv die Somma, und diese äußern Ringwälle hat man infolge einer besondern Erklärungshypothese Erhebungskegel und Krater genannt, in der Voraussetzung, dieselben seien nicht wie die echten Eruptionskegel durch Ueberfließen von Lava und Aufschüttung ausgeschleuderten Materials, sondern vielmehr durch der Eruption vorhergehende, gleichsam blasenförmige Erhebung oder Aufschwellung und centrale Berstung des Bodens entstanden. Solche sogenannte Erhebungskrater sind Taf. 8, Fig. 2a im idealen Querdurchschnitt, und Fig. 3 und 5 in äußerer Ansicht dargestellt.

Durch die sorgfältigen Untersuchungen von Lyell, Jungbuhn, Hartung u. s. w. ist erwiesen worden, daß diese sogenannten Erhebungskrater (die äußern Ringwälle vieler Vulkane) in Wirklichkeit nur die Ueberreste der Einstürzung früher größerer und höherer Eruptionskegel sind, nicht aber die Folgen einer besondern, den Eruptionen vorhergehenden localen Bodenerhebung und Auftreibung.

Der ideale Querschnitt eines Vulkans, Fig. 2, zeigt uns unter aa den Rest eines früher viel höhern, dann aber in unterirdische Aushöhlungen eingestürzten Eruptionskegels, in dessen Centrum sich um den zu neuer Eruption gelangten Kraterschlund d herum ein neuer Eruptionskegel b aus Schlacken und Lavaschichten aufgebaut hat, der nun von den Resten eines früher sogenannten Erhebungskraters, eigentlich aber zum Theil eingestürzten alten Eruptionskegels concentrisch umgeben ist, wie der Vesuv, Fig. 5, von der Somma. Dieser innere neuere Eruptionskegel besitzt natürlich auch seinen besondern neuen Krater c, welcher durch den Schlund d mit dem Erdinnern in Verbindung steht. Die schwarzen Streifen im Querschnitt des neuen Eruptionskegels stellen Lavaergießungen zwischen den aufgeschichteten Anhäufungen von ausgeschleudertem lockern Material l dar, während mit dem Schlund d auch einige Seitenspalten in Verbindung stehen, die ebenfalls mit heißflüssiger Lava erfüllt wurden.

Fig. 4 in der untern rechten Ecke der Tafel stellt einen Einblick in den Krater eines 1831 bei Sicilien aus dem Meere hervortretenden, später aber wieder verschwundenen neuen Inselvulkans dar. In einem Theile der zuerst ausgegebenen Exemplare sind in der Unterschrift Fig. 3 und 4 verwechselt worden; Fig. 3 ist die Ansicht der vulkanischen Barreninsel mit einem ausgezeichnet schönen sogenannten Erhebungskrater.

Fig. 1 gibt eine Uebersicht von der räumlichen Vertheilung der auf der Erde bisjetzt bekannten thätigen Vulkane; da deren Zahl mehrere Tausende beträgt, so war es natürlich ganz unmöglich, alle einzelnen auf einer so kleinen Karte anzugeben. Es wurden deshalb nur die wichtigern und bekanntesten Eruptionsstellen durch schwarze Punkte bezeichnet, diese aber durch rothe Färbung derart untereinander verbunden, daß durch diese rothen Farbenfelder und Streifen die vulkanischen Gegenden der Erdoberfläche bezeichnet werden. Schon der erste prüfende Blick auf

diese Karte belehrt uns darüber, daß die thätigen Vulkane in ihrer räumlichen Vertheilung keinem allgemeinen geographischen Gesetz folgen. Sie sind weder ausschließlich, noch vorzugsweise häufig in den Aequatorial- oder Polargegenden zu finden; sie liegen nicht vorzugsweise zwischen bestimmten Breiten- oder Längengraden, überhaupt nicht vorzugsweise in bestimmten Erdgegenden, sondern sie zeigen sich vielmehr im allgemeinen regellos vertheilt. Wenn wir dagegen die Beziehungen ihrer Lage gegeneinander sowie zu den Wasser- und Landgrenzen untersuchen, so ergeben sich allerdings einige interessante Thatsachen, und zwar namentlich die folgenden:

1) Thätige Vulkane finden sich häufiger in der Nähe der Küsten großer Continente, als in ihrem Innern, weit von den Küsten entfernt; über 50 Meilen von den Meeresküsten entfernt kennt man überhaupt nur ganz ausnahmsweise thätige Vulkane, und es sind die im Innern Asiens aufgefundenen rücksichtlich ihrer gegenwärtigen Thätigkeit sogar noch einigermaßen zweifelhaft. Jedenfalls sind sie in den Küstengegenden viel häufiger, als weit davon entfernt. Dagegen treten einzelne, echt vulkanische Inseln ziemlich weit vom Lande entfernt, inmitten des Großen Oceans hervor.

2) Wo einmal ein thätiger Vulkan vorhanden ist, da finden sich in der Regel mehrere in der Nähe, welche gemeinsam eine vulkanische Gegend bilden, und diese vulkanischen Gegenden nehmen gewöhnlich entweder a) unregelmäßig abgerundete Flächenräume ein, bilden vulkanische Centralgebiete, wie z. B. in Süditalien und auf Island, oder b) die einzelnen Vulkane liegen als Reihenvulkane fast linear hintereinander, in mehr oder weniger ausgedehnten, geraden oder gekrümmten Vulkangürteln. Die letztere Gruppirungsweise ist sogar die häufigere, und findet sich z. B. sehr deutlich bei den Vulkanen, welche den Stillen Ocean umgeben und zum Theil durchziehen.

Rechnet man zu den thätigen Vulkanen auch die erst in den letzten geologischen Perioden erloschenen, aber noch deutlich als solche erkennbaren Vulkane hinzu, dann ergibt sich die vulkanische Thätigkeit noch bestimmter als eine ganz allgemeine, nicht local beschränkte Eigenschaft unsers Erdkörpers.

Etwas Aehnliches gilt aber offenbar auch für die Vertheilung der vulkanischen Eruptionen nach der Zeit.

Auch den sorgfältigsten Beobachtungen und Nachforschungen ist es nicht gelungen, für einzelne Vulkane oder für die Gesammtheit derselben eine bestimmte Periodicität ihrer Eruptionen zu erkennen. Ganz unerwartet treten sie zuweilen nach langen Unterbrechungen in Thätigkeit, ebenso erlischt ihre Thätigkeit ohne erkennbare Vorzeichen, um erst nach Jahren, nach Jahrzehnten oder Jahrhunderten aufs neue zu beginnen, mit einem Ausbruch abzuschließen oder jahrelang in unausgesetzter Thätigkeit zu bleiben. Und wenn das nur für den historisch übersehbaren Zeitraum unzweifelhaft feststeht, so scheint es doch auch in allen vorhistorischen geologischen Perioden ganz ähnlich geschehen zu sein, während dabei auch die Räume der vulkanischen Thätigkeit vielfach verschoben wurden.

Mit der vulkanischen Thätigkeit stehen offenbar auch die zuweilen für die Menschen so nachtheiligen Erderschütterungen, welche man Erdbeben zu nennen pflegt, in sehr naher Beziehung, wenn dieselbe auch noch keineswegs vollständig erkannt ist.

Jeder Eruption eines Vulkans pflegt ein locales, sogenanntes vulkanisches Erdbeben vorherzugehen, worauf dann die eigentliche Eruption mit gewaltsamer Ausschleuderung des im Ruhezustand den Kraterschlund erfüllenden Materials zu folgen pflegt, und zuletzt erst das Ausfließen von heißflüssigen Laven über den Kraterrand oder aus Spalten, die seitlich im Eruptionskegel sich geöffnet haben.

Höhlen und Quellen.

(Tafel 9.)

Höhlen.

Hohlräume im Erdinnern — Höhlen — entstehen noch jetzt auf verschiedene Weise, und dürften von jeher in ähnlich verschiedener Art entstanden sein. Die Hauptursachen der Entstehung von Höhlen dürften die folgenden sein: 1) Mechanische Zerspaltung der festen Erdkruste, etwa infolge von Erdbeben, 2) Einsturz von steilen Felswänden, deren Trümmermassen beim Aufeinanderfallen große und kleine unregelmäßige Zwischenräume zurücklassen, 3) Entwickelung von Gasarten während der Erstarrung heißflüssiger Gesteinsmassen, wie Laven, wodurch aber nur verhältnißmäßig kleine und stets gerundete Hohlräume (Blasen) entstehen, die aber in einigen Lavaströmen doch groß genug sind, um von Thieren und Menschen selbst bewohnt werden zu können; 4) durch Auflösung oder mechanische Ausspülung gewisser Gesteinstheile oder ganzer Gesteine. Dies letztere ist entschieden der gewöhnlichste Vorgang der Höhlenbildung, und es finden sich dieselben deshalb am häufigsten in Gesteinen, welche diesen mechanischen oder chemischen Vorgängen zugänglich sind, wie z. B. Sandstein mit thonigem oder mergeligem Bindemittel, Kalkstein, Dolomit und Gips, oder an Stellen, die vorher von Steinsalz eingenommen wurden. In einigen Gegenden, wie z. B. im Karst zwischen Laibach und Triest, ist der Kalksteinboden sogar so sehr von Höhlenräumen durchzogen, daß selbst alle Bäche und Flüsse sich nach und nach unterirdische Rinnsale ausgearbeitet haben, sodaß man an der Oberfläche weit und breit vergeblich nach irgendeinem fließenden Gewässer sucht; dadurch ist dann aber auch gewöhnlich der Felsboden so stark durchhöhlt, daß sich durch steten Einsturz der zu groß gewordenen unterirdischen Höhlenräume allmählich an der Oberfläche Tausende von trichterförmigen Versenkungen, Erdfällen, Dolinen u. dgl. gebildet haben.

In Kalkstein oder Dolomit ausgewaschene Höhlen haben sehr häufig Veranlassung zu sogenannten Tropfsteinbildungen gegeben, wie Taf. 9, Fig. 1 zeigt, indem das das Gestein durchdringende Sickerwasser kohlensauren Kalk auflöste und, beim Herabtropfen von der Höhlendecke allmählich verdunstend, eiszapfenähnliche Stalaktiten bildete, während die auf den Höhlenboden fallenden Tropfen durch ihre Verdunstung aufsteigende Zapfen als Stalagmiten veranlaßten, die zuweilen, sich vereinigend, zusammenhängende Tropfsteinsäulen erzeugt haben. Alle diese Zapfen zeigen im Querbruch oder Querschnitt einen concentrischen Bau, da sie aus lauter übereinander hinweg gebildeten Kalksinterschalen entstanden und so nach und nach immer dicker und länger geworden sind.

Fig. 2 stellt den Querschnitt einer Höhle im Kalkstein bei Wicksworth dar, welche nach ihrer Bildung theilweise durch mechanische Einschwemmungen von Schlamm, Geröllen und Knochen ausgestorbener Thiere erfüllt worden ist. Nicht immer sind die in Höhlen aufgefundenen thierischen Reste als durch Wasser mechanisch eingeschwemmt anzusehen; zuweilen läßt sich vielmehr nachweisen, daß diese Höhlen lange Zeit von aufeinanderfolgenden Generationen gewisser Thierarten, wie Höhlenbären, bewohnt worden sein müssen, und in diesem Falle findet man außer vollständigen Skeleten der die Höhle bewohnt habenden Raubthiere

angenagte Knochen der von ihnen eingeschleppten tethiere, sowie selbst massenhafte Anhäufungen ihrer cemente (Koprolithen) vor, welche zum Theil sogar Dünger benutzt werden können.

ig. 3 stellt eine ziemlich gewöhnliche Höhlenbil- g im Quadersandstein der Sächsischen Schweiz dar, sie dort an Felswänden theils durch vom Wind ig angewehten Regen, theils auch durch vorüber- ende Gewässer ausgenagt werden.

Quellen.

Alle Quellen erhalten ihre Zuflüsse ursprünglich ch atmosphärische Niederschläge, welche bis zu einem oissen Grade in die feste Erdkruste eindringen, sich ter verschiedenen Umständen in verschiedenen Tiefen nmeln und dann irgendeinen geeigneten Ausweg Oberfläche finden. Bei der überwiegenden Mehr- l der gewöhnlichen Quellen sickert das eingedrungene asser der atmosphärischen Niederschläge nur in der ern, wenige Fuß dicken, lockern Bodenkrume und f der Oberfläche ihrer festern Unterlage zusammen d tritt dann an dazu geeigneten Stellen in Form n Quellen hervor. Solche Quellen zeigen in der gel ziemlich genau die mittlere Temperatur der Ge- nd und enthalten nur wenig, für den Geschmack um bemerkbare mineralische Bestandtheile. Ihr asserreichthum pflegt mit der Fülle der atmosphä- chen Niederschläge zu steigen und zu fallen. Bei ndern Quellen aber sammelt sich das Wasser erst in öherer Tiefe auf der obern Grenze irgendeines einiger durchlässigen Gesteins, und dringt an irgend- ner Stelle hervor, wo diese Grenze die Oberfläche er- icht. Solche Quellen sind in der Regel etwas we- iger abhängig von den temporären Schwankungen er atmosphärischen Niederschläge; sie zeigen der Tiefe ihres Ursprungs entsprechend eine etwas höhere als ie mittlere Oberflächentemperatur der Gegend, und nthalten zuweilen auch etwas mehr mineralische Be- tandtheile als gewöhnliche Quellen. Unter diesen Umständen läßt sich aber natürlich keine ganz scharfe Grenze zwischen gewöhnlichen, warmen oder hei- ßen und mineralischen Quellen ziehen; man rech- net vielmehr zu diesen letztern alle diejenigen, welche sich durch ihre Temperatur oder durch ihren Geschmack und ihre Wirkungen auf den menschlichen Organismus auffallend von den gewöhnlichen Quellen unterscheiden. Außer den bisher besprochenen Quellen gibt es nun aber auch noch solche, welche sich durch die abnorme Art ihres Hervortretens oder durch eine von äußern Verhältnissen ganz unabhängige Periodicität ihres Fließens auszeichnen. Dahin gehören z. B. die na- türlichen oder künstlich erbohrten Springquellen, welche letztern man auch wol artesische Brunnen zu nennen pflegt, sowie die sogenannten Geyser, welche auf Taf. 9 durch Fig. 4 bis 7 zu erläutern versucht worden sind.

Die Benennung Geyser (Geisir) ist isländischen Ursprungs, und bezieht sich ursprünglich nur auf die in der Nachbarschaft des Hekla entspringenden heißen periodischen Quellen, welche durch ihren starken Kiesel- säuregehalt regelmäßige, aus Kieselstuff und Sinter bestehende Kegel aufbauten, aus deren kraterförmigem Becken sie in Perioden von 24—48 Stunden mit großer Energie hervorspringen und bei einzelnen ihrer Eruptionen den siedend heißen mächtigen Wasserstrahl 60 bis 80 Fuß hoch ausschleudern, während sie in der ruhi- gen Zwischenzeit weit unter das Niveau ihres Beckens zurücksinken. Eine genauere Beschreibung der Vor- gänge bei diesen Eruptionen findet sich weiter unten in dem Abschnitt „Meteorologie" von Prof. Müller in Freiburg, welchem es sogar gelungen ist, einen recht einfachen Apparat herzustellen, in welchem man den Hauptvorgang leicht künstlich nachahmen kann.

Auch in zwei andern von Island weit entfernten Erdgegenden, auf Neuseeland und im nördlichen Amerika, hat man analoge heiße periodische Quellen aufgefunden. Die Geyser Neuseelands beschrieb zuerst von Hochstetter in dem Prachtwerk über die Reise der Novara, welchem auch die Abbildungen Fig. 4 und 7 entlehnt sind. Das große Geysergebiet am Yellowstone- und Maidsonriver in Nordamerika wurde dagegen von Haydn 1872 in Petermann's geographischen „Mittheilungen" zuerst ausführlich geschildert.

Taf. 9, Fig. 5 und 6 erläutern durch zwei ideale Darstellungen das Wesen und die Entstehung der sogenannten artesischen Springquellen, deren Wasser mit einem gewissen hydrostatischen Druck zu Tage tritt. Alle diese Bohrbrunnen, welche ihren Namen nach der Provinz Artois in Frankreich erhalten haben, beruhen darauf, daß das von der Oberfläche in das Erdinnere eindringende Wasser einen abgeschlossenen Weg in große Tiefen findet, in diesen aber durch ein Bohrloch erreicht wird, aus dem es mit dem Druck entsprechen- der Gewalt hervorspringt. Dieser abgeschlossene unter- irdische Weg kann durch sehr verschiedene Umstände bedingt sein. Bei Fig. 5 ist angenommen, daß ein für Wasser schwer oder gar nicht durchdringbares Ge- stein a von den Schichten eines an sich für Wasser ebenfalls unzugänglichen Gesteins b überlagert sei, zwischen denen sich jedoch eine besondere Schicht c befindet, die entweder von zusammenhängenden Hohl- räumen durchzogen oder auf irgendeine andere Weise für Wasser leicht durchdringbar sei. In diese Schicht dringt nun das Wasser von oben ein, staut sich aber an der Grenze von d, und könnte nicht heraus, wenn nicht ein Bohrloch von q aus diese Schicht erreicht und so die Springquelle q veranlaßt hätte, welche unter Umständen beinahe so hoch aufspringen kann, als die Region liegt, in welcher c die Oberfläche erreicht.

Bei Fig. 6 ist dagegen der Querschnitt eines rings abgeschlossenen Beckens dargestellt, von muldenförmig gelagerten Schichten erfüllt, welche zum Theil wie b für Wasser undurchdringlich sind, während dagegen die dazwischenliegenden Schichten c, sowie die obere Grenze des undurchdringlichen Gesteinbodens a für Wasser leicht durchdringbar sind. Auf die Beschaffen- heit der obersten Schicht a kommt dabei nichts an. In diesem Falle staut sich das von den Beckenrändern eindringende Sickerwasser in der Tiefe des Beckens an und kann durch Bohrlöcher an verschiedenen Stel- len und verschiedenen Tiefen erreicht werden, sodaß es dann die Springquellen q, q, q bildet.

Erdoberflächengestaltung.

(Tafel 10.)

Berg- und Felsformen.

Die Formen der Erdoberflächengestaltung sind Fol- gen der Entstehung wie der Zerstörung der ver- schiedenen Gesteinsarten. Die Entstehungsart hat einen ganz überwiegenden Einfluß auf die Gestalt der vulkanischen Berge, welche infolge davon sich sehr häufig kegelförmig aufgebaut zeigen, weil das Ma- terial, aus dem sie bestehen, sich von einer bestimmten Eruptionsöffnung aus mehr oder weniger gleichmäßig

um dieselbe herum aufgehäuft hat. Nur selten aber ist die ursprüngliche Bildungsgestalt der Vulkane vollständig erhalten; in der Regel haben vielmehr spätere Einstürzungen und Abspülungen allerlei Modificationen daran hervorgebracht, wie wir bereits in dem Abschnitt über Vulkane gesehen haben. Auch die Lage, Richtung und Erhebung der Gebirge ist vorherrschend ein Resultat ihrer Erhebung durch vulkanische Thätigkeit, aber ihre gegenwärtige äußere Form ist doch in der Regel noch mehr das Resultat späterer Wasserwirkung, als ihrer ersten Erhebung, und dasselbe gilt für jeden einzelnen Berg, wie für jedes einzelne Thal, obwol auch sie nicht selten ursprünglich durch locale Erhebung oder Auftreibung veranlaßt worden sind.

Die Figuren auf Taf. 10 zeigen ganz wesentlich nur Resultate der Wasserwirkung, welche durch die besondere Beschaffenheit der Gesteine, durch die Art ihrer Lage, Zusammensetzung, Zerklüftung und Verwitterung vielfach modificirt wurden.

Fig. 1 stellt eine an der Küste Schottlands bei Hempriggs durch das Meer ausgespülte natürliche Felsbrücke dar.

Fig. 2 zeigt uns eine prachtvolle Meeresbucht auf Neuseeland. Die beiden aus säulenförmig abgesondertem Basalt bestehenden Felsinseln, welche sich im Eingange der Bucht erheben, standen offenbar einst unter sich und mit der benachbarten, ganz gleich zusammengesetzten Felsküste in ununterbrochener Verbindung, und erst die seit Jahrtausenden unausgesetzt darauf einstürmenden Wogen des Oceans haben diesen Zusammenhang unterbrochen und diese schöne Bucht in das Felsenufer eingenagt, wobei sie offenbar durch die senkrecht säulenförmige Zerklüftung des Basaltes unterstützt wurden.

Fig. 3 zeigt uns eine der sonderbaren schroffen Felsformen, welche sich in der sogenannten Sächsischen Schweiz mit unzähligen kleinen Modificationen zu Tausenden wiederholen. Dieses Felsgebiet besteht auf beiden Seiten der Elbe aus horizontalen Sandsteinschichten, die vielfach von verticalen Klüften durchzogen sind; diese beiderlei Zerklüftungen beherrschen infolge davon auch alle Auswaschungen des Wassers, und so ist es geschehen, daß alle Felsen sich mehr oder weniger der senkrechten Form mit horizontalen Absätzen, Terrassen und Schichtmarken nähern, während man kaum irgendwo Spuren einer vorhergegangenen Aufrichtung der horizontalen Sandsteinschichten findet, die zu beiden Seiten der senkrecht eingeschnittenen Thäler ganz gleichmäßig fortsetzen.

Bei Fig. 5 hat derselbe Sandstein allerdings einige Abweichungen der Formen veranlaßt, dadurch daß der Regen, vom Winde auf die nackte Felsoberfläche angepeitscht, diese je nach der größern oder geringern Festigkeit oder selbst Auflöslichkeit des Sandsteinbindemittels mehr oder weniger stark angriff und abnagte, wodurch zuweilen sehr eigenthümliche Felsformen veranlaßt wurden.

Die Fig. 4 und 6 zeigen nun noch sehr eigenthümliche Oberflächengestaltungen, welche theils durch niederfallendes und ablaufendes Regenwasser, theils durch fließende Gewässer hervorgebracht werden und welche sich in ähnlicher Form auch bei den sogenannten Gletschertischen durch Wirkung der Sonnenstrahlen ergeben.

Bei Fig. 4 bestand vor der Erosion der Boden aus einer untern, ziemlich mürben, und aus einer obern, dünnern, aber weit festern Sandsteinschicht. Das Wasser spülte nun vorzugsweise die mürbe Schicht fort und rundete ihre stehen bleibenden Reste in eigenthümlicher Weise ab, während die obere festere Deckenschicht bessern Widerstand leistete und sich deshalb in Form von etwas vorspringenden Platten oder Deckeln erhielt.

Bei Fig. 6 hat dagegen ein Fluß mit zahlreichen, in fast gleichen Abständen einmündenden Seitenbächen das Thal mit seinen Seitenschluchten in eine feste Gesteinsmasse fast senkrecht eingeschnitten, während die obere Gesteinsplatte von mürberer Beschaffenheit kegelförmige Aufsätze auf den senkrechten Felspfeilern bildete.

Innerer Bau der festen Erdkruste und der Gebirge.

(Tafel 11.)

Wenn auch der innere Bau der festen Erdkruste nur an einzelnen Stellen deutlich beobachtet werden kann, während sogar über drei Viertel der gesammten Oberfläche unsers Planeten durch Meeresbedeckung und andere Hemmnisse jeder geologischen Beobachtung unzugänglich sind, so liegen doch die deutlich beobachtbaren Stellen so glücklich vertheilt und zeigen so vielfache Analogie und Verbindung durch Zwischenglieder, daß man sehr wohl berechtigt ist, sich daraus ein ideales Bild von der allgemeinen Zusammensetzung der festen Erdkruste aus Gesteinen zu entwerfen, wie Tafel 11, Fig. 1 zeigt. In dieser Figur, wie überhaupt auf dieser Tafel, sind sämmtliche Gesteine, welche einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Erdkruste nehmen, durch vier Farben nach ihrer wahrscheinlichen oder sichern Entstehungsweise in ebenso viele Hauptabtheilungen getrennt, nämlich:

1) Roth: plutonische Erstarrungsgesteine, welche durch Erstarrung aus einem ursprünglich heißflüssigen Zustande unter mehr oder weniger starker Bedeckung im Erdinnern hervorgegangen sind.

2) Gelb: vulkanische Erstarrungsgesteine, welche, wie noch jetzt die Laven, durch Abkühlung und Erstarrung aus gleichem heißflüssigen Zustande, aber nicht in der Tiefe, sondern an der Erdoberfläche, oder doch jedenfalls nahe derselben, unter verhältnißmäßig nur geringer Bedeckung entstanden.

3) Violett: krystallinische Schiefer, welche nur theilweise, vielleicht als erste Erstarrungsproducte der einst in ihrer Gesammtheit heißflüssigen Erdmasse, größtentheils vielmehr sicher als durch Umwandlung aus sedimentären Ablagerungen entstanden anzusehen sind, und deshalb oft metamorphische Schiefergesteine genannt werden.

4) Blau: alle deutlich als solche erkennbaren sedimentären Ablagerungen.

Es dürfte zweckmäßig sein, diese vier Abtheilungen etwas specieller ins Auge zu fassen.

Die krystallinischen Schiefer, bestehend aus Gneis, Glimmerschiefer, Thonglimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer u. s. w. mit untergeordneten Einlagerungen von Quarz, Kalkstein, Eisenstein u. s. w., nehmen ihre normale Stellung in der festen Erdkruste unter den deutlich sedimentären und über den Erstarrungsgesteinen ein, zu welchen letztern sie theilweise sogar selbst gehören mögen, während sie häufig von eruptiven Erstarrungsgesteinen durchsetzt, theilweise sogar in Form großer Schollen umhüllt sind.

Die plutonischen Eruptivgesteine zeigen etwas ungleiche mineralogische und chemische Zusammen-

zung als Granite, Syenite, Grünsteine und Porphyre, welche jedoch unabhängig von dem geologischen Zeitpunkt ihrer Entstehung zu sein scheint.

Alle beobachtbaren plutonischen Eruptivgesteine geren nothwendig irgendeiner frühern geologischen Periode an, denn wenn auch solche, wie es wahrscheinlich ist, noch gegenwärtig entstehen sollten, so müßten sie infolge ihrer tief unterirdischen Erstarrung nothwendig so lange unbeobachtbar sein, bis sie durch lange dauernde Hebung und Abspülung irgendwo der directen Beobachtung zugänglich würden; daß sie aber unter sich von sehr ungleichem Alter sind, erhebt sich aus ihren gegenseitigen Durchsetzungen, sowie durch ihr ungleiches Ausdringen in Zerspaltungen der sedimentären Ablagerungen, zuweilen bis zu denen der Kreideperiode aufwärts, aber niemals bis in die neuesten Ablagerungen hinein.

Die vulkanischen Eruptivgesteine dagegen, welche als Laven thätiger Vulkane, an der Erdoberfläche, oder nahe derselben zur Erstarrung gelangten, haben vielfach nicht nur alle plutonischen Eruptivgesteine und krystallinischen Schiefer, sondern auch alle sedimentären Ablagerungen bis zu den neuesten durchsetzt. Man kann sie zuweilen unmittelbar nach ihrer Entstehung als basaltische oder trachytische Laven beobachten, während die etwas ältern als echte Basalte, Trachyte oder Phonolithe sich ihrer Natur nach schon mehr den plutonischen Gesteinen anschließen.

Die sedimentären Gesteine, welche man je nach ihrem ungleichen Alter verschiedenen geologischen Formationen oder Bildungsperioden zuzurechnen pflegt, sind petrographisch sehr ungleich zusammengesetzt; sie bestehen aus zuweilen miteinander wechsellagernden Schichten von Thon, Schieferthon, Thonschiefer, Kalkstein, Dolomit, Mergel, Sandstein, Conglomerat, Kohlen, Eisenstein, Quarz u. dgl. Die meisten derselben enthalten erkennbare organische Reste, sogenannte Versteinerungen, welche den geologischen Zeiträumen entsprechen, in welchen sie zur Ablagerung gelangten.

Es ist üblich, die aufeinanderfolgenden Ablagerungen je nach ihrer zeitlichen, räumlichen oder sächlichen Uebereinstimmung in gewisse Formationen zu vereinigen, und diese wiederum der Zeit nach gewissen geologischen Perioden zuzurechnen. Taf. 11, Fig. 1 ist ein großer Theil dieser Formationen nach ihrer normalen Lagerung übereinander gezeichnet, doch muß hierzu bemerkt werden, daß man an keinem Orte der Erde eine ganz vollständige Reihenfolge aller bisjetzt bekannt gewordenen Formationen wirklich übereinanderliegend findet, und daß daher auch Fig. 1 nur ein ideales Bild ist, welches aus der schematischen Vereinigung zahlreicher, zum Theil an sehr weit voneinander entfernten Orten gemachten einzelnen Beobachtungen zusammengestellt worden ist. Auf der linken Seite unserer Figur ist nur eine sehr lückenhafte Formationsreihe dargestellt, auf der rechten dagegen eine ziemlich vollständige, wie man sie kaum irgendwo wirklich vorfinden dürfte; aber auch diese Reihe ist jedenfalls keine ganz vollständige, da man mit der Zeit immer mehr in gewissem Grade selbständige Formationen auffinden wird, welche dann die bisjetzt bekannte Reihe ergänzen.

Die Reihenfolge der sedimentären Formationen ist, von oben nach unten, also von den neuesten zu den immer ältern, und folglich zu den normal tiefer liegenden vorschreitend, die folgende:

1) Recente Ablagerungen, wie sie noch jetzt auf dem Meeresboden, in Landseen, in Sümpfen, an Quellen, Flüssen u. s. w. stattfinden; bestehend aus Sand, Geröllen, Thon-, Mergel- oder Kalkschlamm, Korallenfels, Kalktuff, Kieseltuff, Rasenneisenstein, Torf u. s. w.

2) Diluviale oder quartäre Ablagerung, aus einer der Gegenwart nicht lange vorhergehenden Zeit herrührend, in welcher viele Tiefländer, wie z. B. die norddeutsche Niederung, noch vom Meere bedeckt waren; bestehend aus Sand und Geröllen, sogenannten erratischen Blöcken, Löß u. dgl., mit organischen Resten, welche schon etwas von den Organismen der Jetztwelt abweichen.

3) Tertiäre Ablagerungen, die man nach ihrem ungleichen Alter wieder eintheilt in pliocäne, miocäne und eocäne (die beiden erstern werden zuweilen auch als neogen zusammengefaßt); bestehend aus wechselnden Schichten von Sandstein, Conglomerat, Mergel, Kalkstein, Thon und Schieferthon, zuweilen mit Einlagerungen von Braunkohlen, Eisenstein, Gips und Steinsalz. Die Organismen dieser Periode, deren Reste man versteinert findet, gehörten zum Theil schon ganz andern Species an, als die jetzt lebenden.

4) Ablagerungen der Kreideperiode, welche man in Deutschland von oben nach unten zu unterscheiden pflegt in: Weiße Kreide, Quadersandstein und Pläner, Hilsformation oder Neocom, Deistersormation, dem englischen Wielden. Die Versteinerungen, welche darin gefunden werden, weichen sämmtlich von den jetzt lebenden Species ab, und gehören zum Theil schon ganz ausgestorbenen Geschlechtern an.

5) Ablagerungen der Juraperiode. Man theilt sie in Deutschland in obern weißen, mittlern oder braunen und untern oder schwarzen Jura, welcher letztere in England Lias genannt wird; die Gesteine, aus denen diese Schichten bestehen, sind namentlich Kalkstein und Dolomit, Mergel, bituminöser Mergelschiefer und Sandstein, zuweilen mit Einlagerung von Eisenstein und Kohle. Unter den Versteinerungen herrschen die ganz ausgestorbenen Geschlechter der Ammoniten, Belemniten und Fischsaurier sehr vor.

6) Ablagerungen der Triasperiode. In Deutschland theilt man sie in die drei Formationen: Keuper, Muschelkalk und Buntsandstein. Vorherrschend aus Mergel, Kalkstein, Dolomit, Thon, Schieferthon und Sandstein bestehend, enthalten dieselben auch Einlagerungen von Gips und Steinsalz, Eisenstein und Kohle; im Alpengebiet ist ihre petrographische Zusammensetzung und Gliederung eine ganz andere. Als charakteristische Versteinerungen treten darin namentlich Ceratiten, Encriniten und große Sumpfreptilien auf.

7) Ablagerungen der Dyasperiode (in Rußland Permformation), in Deutschland bestehend aus Zechsteinformation und Rothliegendem; die erstere, vorherrschend aus Kalkstein, Dolomit und bituminösem Mergelschiefer zusammengesetzt, enthält als wichtige Einlagerungen Steinsalz, Gips und Kupferschiefer. Unter den Versteinerungen dieser Periode sind namentlich einige dickschuppige und unsymmetrisch geschwänzte Seefische und das Brachiopodengeschlecht Productus sehr charakteristisch. Das Rothliegende dagegen besteht vorherrschend aus rothen Conglomeraten und Sandsteinen mit eisenreichem, thonigem Bindemittel; darin treten local viele Pflanzenreste auf, welche gänzlich ausgestorbenen Geschlechtern angehören.

8) Ablagerungen der Kohlenperiode; man unterscheidet dieselben in Steinkohlenformation und Kulmsormation oder Kohlenkalkstein. Die erstere besteht vorherrschend aus einer vielfachen Wechsellagerung von grauem Sandstein und Schieferthon mit untergeordneten Zwischenlagen von Steinkohlen und Thoneisenstein, die letztere dagegen aus Thonschiefer, Kieselschiefer, Sandstein und Kalkstein oder Dolomit, mit seltenern Einlagerungen von Steinkohle. Die charak-

teristischen Pflanzenreste dieser Periode wurden Taf. 2 zum Theil abgebildet. Der Kohlenkalkstein enthält aber auch viele Reste von Seethieren.

9) Ablagerungen der Grauwackenperiode, welche man einzutheilen pflegt in devonische, silurische und cambrische. Die vorherrschenden Gesteine sind Thonschiefer, Sandstein, Kalkstein und Dolomit, mit Zwischenlagen von Kieselschiefer, Quarzit, Alaunschiefer, Eisenstein u. s. w. Unter den Versteinerungen dieser Periode sind als besonders charakteristisch zu nennen die längst ausgestorbenen Trilobiten, Orthoceratiten, Goniatiten und Graptolithen, wovon auf Taf. 7 einige Beispiele abgebildet sind.

Unter den ältesten Ablagerungen der Grauwackenperiode folgen dann gewöhnlich, aber keineswegs überall, krystallinische Schiefer, welche entweder durch plutonische Umwandlung aus noch ältern Ablagerungen entstanden sind, oder zum Theil vielleicht als Reste der ersten Erdkrustenbildung durch Erstarrung angesehen werden können. Wo dieselben parallele Einlagerungen von krystallinisch-körnigem Kalkstein, Dolomit oder Graphit enthalten, da muß man sie jedenfalls als metamorphische Gesteinsbildungen bezeichnen.

Die schwarzen Linien, welche in der obern Region unserer Darstellung einen Theil der Gesteine und Formationen durchschneiden, repräsentiren Erzgänge, d. h. Spaltenausfüllungen, welche allerlei Erze und andere Mineralien enthalten und zuweilen mit Verschiebungen — sogenannten Verwerfungen — verbunden sind, die aber auf dem Bilde nicht wohl angebracht werden konnten.

Die Fig. 2 bis 11 dieser Tafel versuchen den innern Bau der Gebirge und einigermaßen auch dessen Beziehungen zur Oberflächengestaltung derselben darzustellen.

Alle Gebirge sind mehr oder weniger Folgen localer Erhebung der festen Erdkruste oder der Aufschüttung oder Ueberströmung durch vulkanische Thätigkeit; doch sind dadurch meist nur die Hauptformen bedingt, während spätere Verwitterung und Abspülung sehr wesentliche Veränderungen des ersten Zustandes hervorgebracht haben. Es dürfte zweckmäßig sein, diese der Wirklichkeit entnommenen, und nur mehr oder weniger idealisirten Beispiele einzeln zu besprechen.

Fig. 2 stellt den idealen Querschnitt eines Basaltgebirges dar, welches, wie die Rhön oder das böhmische Mittelgebirge, aus einzelnen Basaltbergen besteht, die nicht eine geschlossene Gebirgsmasse bilden, deren jeder vielmehr das Resultat einer selbständigen Eruption und Ueberströmung ist, ohne daß dabei die durchbrochenen krystallinischen Schiefer und sedimentären Schichten wesentlich erhoben oder aufgerichtet wurden. Ganz ähnlich verhält es sich bei den meisten thätigen Vulkanen.

Fig. 3 stellt ein durch einseitige Erhebung eines Erdkrustentheils entstandenes Gebirge, wie z. B. das sächsisch-böhmische Erzgebirge, im Querdurchschnitt dar. Die krystallinischen Schiefer und einige sie bedeckende sedimentäre Formationen wurden in diesem Falle durch plutonische Eruptivgesteine (Granite und Porphyre) einseitig gehoben, dergestalt, daß die erhobene Masse einen flach abgedachten und einen steilen Abhang zeigt. Irrthümlich haben die ersten Abdrücke dieser Figur für die weit später als die Granite emporgedrungenen Basalte rothen statt gelben Farbendruck erhalten.

Fig. 4. Ein durchaus idealer Querschnitt des Harzes, welcher nach Ablagerung der sedimentären Formationen bis inclusive Quadersandstein durch plutonische Eruptivgesteine, besonders Granite, als Centralmassengebirge um ein Hauptcentrum erhoben wurde. Doch ist dabei nicht nöthig, daß der Granit durch sein heißflüssiges Empordrängen die letzte Erhebung veranlaßt habe, vielmehr scheinen die granitischen Gesteine des Harzes alle älter zu sein als das miterhobene Rothliegende, und folglich viel älter als der Quadersandstein. Man muß vielmehr annehmen, sie haben bei ihrer Entstehung zwar auch schon eine locale Erhebung veranlaßt, dieser sind aber später mehrere andere Erhebungen desselben Gebiets ohne Durchbruch irgendeines beobachtbaren Eruptivgesteins gefolgt, wodurch die bereits vorhandenen Granite und alle Schichten bis zum Quadersandstein auswärts mit erhoben wurden.

Fig. 5 stellt einen sehr besondern Fall des innern Erdbaues in einer Gebirgsgegend dar, nämlich eine theilweise Ueberstürzung und dadurch Umkehrung der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse bei Hohnstein in der Sächsischen Schweiz. Hier findet man ganz gegen alle gewöhnliche Erfahrung und daraus abgeleitete Regel unter dem Granit Jurakalk mit deutlichen Versteinerungen in schräger Stellung, unter diesem aber Quadersandstein horizontal geschichtet, der jedenfalls neuerer Entstehung ist als der Jurakalk und Granit. Die genauere Untersuchung hat ergeben, daß hier höchst wahrscheinlich nach Ablagerung des Quadersandsteins ohne nachweisbare Veranlassung durch ein emporbringendes Eruptivgestein die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse in der Weise umgestürzt und dabei die Juraschichten umgebogen worden sind, wie es die Abbildung darstellt, wobei nur zu verwundern ist, daß die benachbarten Sandsteinschichten horizontal blieben. Es sind aber derartige Fälle schon mehrfach beobachtet worden, wenn man sie auch noch nicht recht befriedigend zu erklären vermag.

Fig. 6 zeigt einen Fall merkwürdig aufgerichteter und gebogener Schichten aus dem Alpengebiete, wo derartige Störungen der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse zu den ganz gewöhnlichen Thatsachen gehören und offenbar wesentlich zu den pittoresken Erscheinungen der ganzen Bergkette beigetragen haben.

Fig. 7. Ebenfalls ein Beispiel aus der Alpenkette, und zwar aus dem Centralgebiet derselben. Hier findet sich eine großartige Faltung und fächerförmige Stellung der krystallinischen Schiefer und der zunächst mit ihnen verbundenen, ursprünglich darübergelagerten sedimentären Schichten, während in der Mitte des Fächers Granite aus den krystallinischen Schiefern hervortreten. Diesen fächerförmigen Bau hat man durch eine, mittels punktirter Linien angedeutete, einst vorhanden gewesene großartige Schichtensolte zu erklären versucht, deren oberer punktirter Theil später durch Verwitterung und Abspülung zerstört worden ist.

Fig. 8. Ein idealer Querschnitt des Riesengebirges, zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit dem des Harzes, um so wichtiger ist es deshalb, auf die wesentlichsten Unterschiede aufmerksam zu machen. Es sind das besonders folgende: Der Harz ist ein seiner Grundfläche nach fast elliptisches Massengebirge, das Riesengebirge dagegen ein in der Richtung von Nordwest nach Südost ausgedehntes Kettengebirge. Im Harz hat sich der centrale Granit zwischen die deutlich sedimentären Thonschiefer der Grauwackenperiode eingedrängt, die er nur in unmittelbarer Nähe etwas verändert, zum Theil in Hornfels umgewandelt hat; im Riesengebirge ist derselbe dagegen durch einen dicken Mantel krystallinischer Schiefer von den Schiefern

der Grauwackenperiode getrennt, und die sedimentären Formationen sind hier nur bis zum Zechstein aufwärts deutlich aufgerichtet, während z. B. der Quadersandstein deutlich horizontal auf- und angelagert ist, woraus hervorgeht, daß hier nach Ablagerung des Quadersandsteins keine Hebung der ganzen Gebirgsmasse mehr stattgefunden hat.

Fig. 9 zeigt ein ganz ausgezeichnetes Beispiel einer durch Faltung der früher horizontal gelagerten Formationen entstandenen Gebirgsseite mit Längenthälern zwischen parallelen Rücken. Die ursprünglichen Schieferfalten sind hier theilweise später wieder abgeschwemmt, in der Zeichnung aber durch Punktirung restaurirt. Plutonische Eruptivgesteine treten nur einseitig hervor, aber ohne eine einseitige Aufrichtung bedingt zu haben. Die Schichten der Kreideperiode überdecken ungestört und ungefaltet diese einseitigen Eruptivgesteine.

Fig. 10, der Schwarzwald, und Fig. 11, der Odenwald, liegen in der geradlinigen Verlängerung einer gemeinsamen und durchaus analogen Erhebung, die nur im Schwarzwald in jeder Beziehung beträchtlicher war als im Odenwald. In beiden Gebirgen treten plutonische Eruptivgesteine, besonders Granite und krystallinische Schiefer, namentlich Gneis, als Kernmassen auf, theilweise um- und überlagert von sedimentären Formationen, deren Schichten gegen Osten nur ganz allmählich von dem plutonischen Kern abfallen, am westlichen Fuß dagegen zum Theil steil aufgerichtet sind. In beiden Gebirgen war die Erhebungsweise offenbar eine vorherrschend einseitige, sodaß gegen Osten das Vorhandene mit geringer Störung der horizontalen Schichtenstellung nur in ein etwas höheres Niveau erhoben wurde, während auf der Westseite, wo der Hauptbruch erfolgte, alle Schichten bis zu denen der Juraperiode steil aufgerichtet wurden. Diese Erhebung hat offenbar nach Ablagerung der Juraschichten, aber vor jener der Tertiärgebilde stattgefunden, welche in horizontaler Stellung verblieben. Ursache dieser Erhebung können unmöglich die in dieser Gegend beobachtbaren plutonischen Eruptivgesteine gewesen sein, denn sie sind sämmtlich älter als das Rothliegende, dessen Conglomerate zahlreiche Geschiebe dieser Gesteine erhalten; auch sind sie nirgends erkennbar in Zerspaltungen der gehobenen Schichten eingedrungen.

Geologische Karte von Deutschland.

(Tafel 12.)

Geologische Karten haben den Zweck, die Verbreitung der Gesteine und Formationen, aus denen die feste Erdkruste besteht, insoweit sich dieselbe an der Erdoberfläche erkennen läßt, darzustellen, worauf dann der geübte Geolog mehr oder weniger sichere Schlüsse auch über ihre unterirdische — also nicht unmittelbar beobachtbare — Verbreitung gründen kann, namentlich in den Fällen, in welchen die normale Reihenfolge ihrer Uebereinanderlagerung bekannt ist. Wieviel Details auf solchen Karten dargestellt werden können, hängt natürlich von der Größe ihres Maßstabes ab.

Auf der vorliegenden geologischen Karte von Deutschland mußten ihres sehr beschränkten Raums und deshalb kleinen Maßstabes wegen ganze Gruppen von Gesteinen und Formationen, die man auf größern Karten voneinander zu trennen pflegt, zusammengefaßt und durch gemeinsame Farbenfelder dargestellt werden. Die hier gebildeten Gruppen beruhen theils auf gemeinsamer Entstehungsart, theils auf gemeinsamer Periode der Entstehung, wobei natürlich besondere Bildungen von geringem Verbreitungsgebiet oft unberücksichtigt bleiben mußten, weil dadurch die Uebersichtlichkeit nutzlos beeinträchtigt worden wäre. Selbstverständlich mußte unter solchen Umständen hierbei mehr noch das individuelle Urtheil als ein ganz bestimmtes Princip zur Richtschnur dienen.

Ueber die auf der Karte zur Darstellung gebrachten Abtheilungen sei in absteigender Reihe — d. h. von den obersten, neuesten zu den untern, immer ältern, vorschreitend — Folgendes bemerkt:

1) Die weiß gelassenen Flächenräume bestehen aus ganz neuen, sogenannten quartären oder recenten und diluvialen Ablagerungen, wie Sand, Gerölle, Lehm, Löß, Torf u. dgl.

2) Durch Gelb sind alle tertiären Formationen bezeichnet, welche man ihrem Alter nach in pliocäne, miocäne und eocäne, oder neogene und paläogene trennt, während sie nach dem darin vorherrschenden oder charakteristischen Material in Braunkohlenformationen, Molasse- (Sandstein und Conglomerat) Formationen, Flysch, Nummulitenkalk, Süßwasser- und Meereskalk- oder Mergelablagerungen unterschieden werden können.

Blau überhaupt stellt die Verbreitung der secundären Formationen dar, und zwar sind 3) unter Dunkelblau zusammengefaßt: Kreide, Quadersandstein und Pläner, Hils oder Neokom (Sandstein, Mergel und Thon), Deistersandstein mit Steinkohlenlagern, weißer Jurakalk und Dolomit, brauner Jura (Sandstein, Thon und Mergel mit Eisensteinlagern) sowie schwarzer Jura oder Lias, vorherrschend aus dunkeln bituminösen Kalksteinen und Mergeln bestehend; 4) unter Hellblau dagegen: die sogenannte Trias, bestehend aus Keuper (Sandstein, Mergel und Gips), Muschelkalk mit Gips und Steinsalz, sowie Buntsandstein mit Schieferthon, Rogenstein, Gips und Steinsalz.

5) Dunkelbraun stellt die Verbreitung der so besonders wichtigen Steinkohlenformation dar, welche vorherrschend aus Sandstein und Schieferthon mit Schwarzkohleneinlagerungen besteht.

6) Gelblichroth umfaßt alle sogenannten Primärformationen, nämlich: a) die sogenannte Dyas, bestehend aus der Zechsteinformation, Kalkstein, Dolomit, Keuperschiefer, Gips und Steinsalz, und das Rothliegende, vorherrschend aus Sandsteinen und Conglomeraten bestehend, sowie alle devonischen, silurischen und cambrischen Ablagerungen, welche — in Deutschland auch Grauwacke genannt — vorherrschend aus mächtigen Wechsellagerungen von Thonschiefer und Sandstein mit untergeordneten Einlagerungen von Quarzit, Kieselschiefer, Alaunschiefer, Grünsteintuff und Kalkstein oder Dolomit bestehen.

7) Violett stellt die Verbreitung der krystallinischen Schiefer dar, zu denen namentlich Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Talk- und Chloritschiefer, Hornblendeschiefer mit Einlagerungen von krystallinisch-körnigem Kalkstein (Marmor), Magneteisenstein u. dgl. gehören. Sehr wahrscheinlich sind diese Schiefer größtentheils durch Umwandlung aus ursprünglich sedimentären Ablagerungen entstanden.

8) Unter Plutonisch (blaßroth) sind alle diejenigen Eruptivgesteine zusammengefaßt, welche nicht wie die Laven an der Erdoberfläche, sondern in beträchtlicher Tiefe unter derselben zur Erstarrung gelangt zu sein scheinen, sodaß sie erst durch theilweise Abschwemmung ihrer Bedeckung beobachtbar werden

konnten; wir rechnen dahin besonders alle Granite und Syenite, wie Grünsteine, Quarzporphyre, Porphyrite und Mandelsteine (zum Theil sogenannte Melaphyre).

9) Dunkelroth endlich bezeichnet die in der Regel nicht zusammenhängende Verbreitung der, wie die Laven der Vulkane an der Erdoberfläche zur Erstarrung gelangten und deshalb vulkanisch genannten Gesteine, wie z. B. Basalt, Trachyt und Phonolith.

Man wird auf der Karte leicht erkennen, daß diese vulkanischen Gesteine besonders in einer vom Rhein bis zum Riesengebirge ausgedehnten Zone liegen, während sie dagegen dem Alpengebiet gänzlich fehlen.

Meteorologie.

Bearbeitet von Professor Dr. J. Müller.

(Tafel 13 bis 16.)

Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.

Temperatur der untern Luftschichten.

Die Wärme der Erdoberfläche und der auf ihr ruhenden Atmosphäre rührt fast ausschließlich von den Sonnenstrahlen her, die Wärmeverhältnisse eines Ortes auf der Erdoberfläche hängen demnach zunächst davon ab, wie er von den Sonnenstrahlen getroffen wird. In dieser Beziehung unterscheidet man auf der Erdoberfläche fünf Zonen.

1) Die heiße Zone, derjenige zu beiden Seiten des Aequators liegende Gürtel, innerhalb dessen die Sonne das Zenith erreichen kann. Dieser Gürtel ist durch die beiden Wendekreise begrenzt, davon einer $23^1/_2$ Grad nördlich, der andere aber ebenso weit südlich vom Aequator liegt. Zwischen den Wendekreisen ist Tag und Nacht das ganze Jahr hindurch nahezu gleich lang.

2) Die beiden kalten Zonen, die Umgebung des Nordpols bis zum nördlichen, und die Umgebung des Südpols bis zum südlichen Polarkreis ($23^1/_2$ Grad vom entsprechenden Pol), innerhalb deren der längste Tag sowol wie die längste Nacht 24 Stunden (auf den Polarkreisen) bis zu einem halben Jahr (auf den Polen selbst) dauert, werden von den Sonnenstrahlen so schräg getroffen, daß hier keine erhebliche Erwärmung stattfinden kann.

3) Die beiden gemäßigten Zonen, welche auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre zwischen dem Wendekreise und dem entsprechenden Polarkreise liegen. In den gemäßigten Zonen beträgt die Dauer des längsten Tags und die der längsten Nacht $13^1/_2$ bis 24 Stunden.

Wäre die gesammte Erdoberfläche fest und gleichförmig eben, gäbe es weder Meer noch Luft, so hinge die Temperatur eines Ortes blos von seiner Entfernung vom Aequator ab. So aber wird die Wirkung der Sonnenstrahlen wesentlich durch Bodengestaltung und Wolken modificirt, durch Luft- und Meeresströmungen wird die Wärme von einem Orte zum andern übertragen, und so kommt es, daß Orte von gleicher geographischer Breite oft ein sehr verschiedenes Klima haben.

Da die klimatischen Verhältnisse eines Ortes durch sehr verschiedene, uns nicht hinlänglich bekannte Einflüsse modificirt werden, so ist es nicht möglich, sie auf rein theoretischem Wege abzuleiten, man kann sie nur durch die Erfahrung kennen lernen.

Wenn man von Mitternacht zu Mitternacht jede Stunde die Lufttemperatur beobachtet und aus diesen 24 Beobachtungen das Mittel nimmt, so erhält man die mittlere Temperatur des fraglichen Tags.

Die mittlere Tagestemperatur kann man aber auch erhalten, ohne Tag und Nacht von Stunde zu Stunde das Thermometer zu beobachten, wenn man das Maximum und das Minimum der Temperatur kennt, welches innerhalb 24 Stunden stattfand. Den höchsten und niedrigsten Thermometerstand der letzten 24 Stunden erhält man aber durch den Thermometrographen. Taf. 16, Fig. 1 stellt die bekannteste Form des Thermometrographen dar. Auf einem Bret ist ein Quecksilber- und ein Weingeistthermometer befestigt, deren Kugeln nach entgegengesetzten Seiten liegen. In der Röhre des Quecksilberthermometers befindet sich ein Stahlstäbchen, welches, wenn es auf der Quecksilbersäule aufsitzt, bei steigender Temperatur fortgeschoben wird, aber an der Stelle der höchsten Temperatur liegen bleibt, wenn sich das Quecksilber bei sinkender Temperatur wieder zurückzieht. In der Röhre des andern Thermometers befindet sich ein aus farbigem Glas verfertigtes Glasstäbchen, welches mit zwei Knöpfchen endet, deren Durchmesser noch etwas kleiner ist als der Durchmesser der Röhre. Befindet sich der eine Knopf des ganz im Weingeist steckenden Glasstäbchens ganz am Ende der Weingeistsäule, so wird es bei sinkender Temperatur durch Capillarität mit zurückgeführt. Beginnt dann aber die Temperatur wieder zu steigen, so bleibt das Stäbchen an der Stelle des Temperaturminimums liegen, indem der sich ausdehnende Weingeist an ihm vorbeigeht. Um das Instrument zur Beobachtung in Stand zu setzen, wird es nach der linken Seite geneigt, sodaß das Stahlstäbchen auf die Quecksilbersäule, das Glasstäbchen bis zum Ende der Weingeistsäule herabfällt, und dann wieder in seine horizontale Lage zurückgebracht. Hat man dies des Abends gethan, so kann man am nächsten Abend ablesen, welches in den letzten 24 Stunden der höchste und niederste Thermometerstand war. Das Mittel aus diesen beiden Temperaturen ist sehr nahe der mittlern Tagestemperatur gleich.

Das eben beschriebene Instrument kommt sehr leicht in Unordnung; viel zuverlässiger ist das Metallthermometer, Taf. 16, Fig. 2. Eine Spirale, aus einem zusammengelöthteten Streifen von Stahl und Messing gebildet, ist in seiner Mitte befestigt. Bei wachsender Temperatur bewegt sich das freie Ende b der Spirale nach der linken, bei sinkender nach der rechten Seite. Hinter der Spirale befinden sich zwei mit gelinder Reibung bewegliche Zeiger, deren jeder einen bis zum freien Ende der Spirale hervorragenden Stift trägt. Der Stift p des Zeigers cd liegt links, der Stift q des Zeigers fg liegt rechts von b. Hat man die beiden Stifte mit dem Spiralende b in Berührung gebracht, so wird bei steigender Temperatur der Zeiger cd nach der linken Seite geschoben, um bei der Stelle der höchsten Temperatur liegen zu bleiben, wenn die Temperatur zu sinken beginnt. In gleicher Weise markirt der Zeiger fg die Minima der Temperatur.

Bestimmt man nun auf die eine oder die andere Weise die mittlere Temperatur für alle Tage eines Monats, nimmt man alsdann das Mittel aus den so erhaltenen 30 oder 31 Zahlen, so erhält man die mittlere Temperatur eines bestimmten Monats, während endlich das Mittel aus den 12 Monatsmitteln die mittlere Temperatur des ganzen Jahres liefert.

Hat man für einen bestimmten Ort die mittlere Temperatur mehrerer aufeinanderfolgender Jahre bestimmt, so findet man, daß diese Jahresmittel keineswegs ganz gleich sind. Nimmt man das Mittel aus einer möglichst großen Zahl von Jahresmitteln, so erhält man die mittlere Jahrestemperatur des Ortes. Diese ist zum Beispiel für London 8,3° R., für Berlin 7,2° R., für Petersburg 3,4° R., für Rom 12,7° R. u. s. w.

Vergleicht man die mittlere Jahrestemperatur verschiedener Orte miteinander, so findet man bald, daß Orte gleicher geographischer Breite keineswegs auch gleiche mittlere Jahrestemperatur haben, daß also die Jahres-Isothermen, d. h. die Linien gleicher mittlerer Jahreswärme, keineswegs dem Aequator parallel sind.

Humboldt führte den Begriff der Isothermen in die Wissenschaft ein und construirte die erste Isothermenkarte. Taf. 13, Fig. 1 zeigt den Lauf der Jahres-Isothermen, wie es dem gegenwärtigen Beobachtungsmaterial entspricht.

Man übersieht aus dieser Karte, daß die mittlere Jahrestemperatur im westlichen Europa bedeutend höher ist als bei gleicher Breite im Innern von Asien und an den Ostküsten von Nordamerika, denn die Jahres-Isothermen steigen an den Westküsten Europas sehr weit nach Norden, während sie im Innern Asiens und im östlichen Nordamerika sehr weit nach Süden herabsinken. Europa verdankt sein verhältnißmäßig mildes Klima vorzugsweise dem Golfstrom, dessen warme Gewässer bis zu den Westküsten Europas vordringen, dann aber dem wärmenden Einfluß der Südwestwinde, welche hier ungeschwächt ihre Wirkung thun. Unter dem Einfluß der Südwestwinde steigen die Isothermen auch an den Westküsten Nordamerikas wieder nach Norden.

Die Temperatur der Erdoberfläche und der untern Luftschichten ist fortwährenden Schwankungen unterworfen, in welchen sich eine tägliche und eine jährliche Periode geltend macht.

Wenn man den Gang der Temperatur an einem einzelnen Tage verfolgt, so zeigen sich mehr oder weniger große Unregelmäßigkeiten, welche unter Umständen den normalen Gang der täglichen Periode ganz maskiren können. So stellen zum Beispiel in Fig. 7 und 8, Taf. 13, die beiden feiner gezogenen Curven den Gang der Temperatur dar, wie er am 10. und 18. Juli 1841 zu München beobachtet worden ist. Die Abscissen dieser Figur sind den (astronomisch gezählten) Tagesstunden, die Ordinaten sind Réaumur'schen Graden proportional aufgetragen. Nimmt man aber aus allen während der Jahre 1841, 1842 und 1843 im Juli morgens um 4 Uhr (16 Uhr astronomisch) gemachten Beobachtungen das Mittel, so erhält man 9,9°. Ebenso ergibt sich für 6 Uhr morgens die Durchschnittstemperatur 11,8°, für 8 Uhr 14° u. s. w. Bestimmt man so die Durchschnittstemperatur für alle Tagesstunden des Juli, so erhält man den normalen Gang der Temperatur im Laufe eines Julitags wie er durch die stärker ausgezogene Curve in Fig. 7 dargestellt ist.

In gleichem Sinne ist in Fig. 8 der Gang der Temperatur am 9. und 10. Januar 1841 durch die beiden untersten fein ausgezogenen Curven, der normale Gang der Temperatur im Laufe eines Januartags aber durch die stärkere Curve dargestellt.

Im Durchschnitt fällt die niedrigste Temperatur auf die Stunde des Sonnenaufgangs, die höchste im Winter auf 1 Uhr, im Sommer auf 2 Uhr nachmittags. Die Differenz zwischen dem täglichen Maximum und Minimum ist im Winter weit kleiner als im Sommer, sie beträgt zum Beispiel für München durchschnittlich im Juli 6,2° R., im Januar nur 2° R.

Durch die jährliche Periode ist die Abwechselung der Jahreszeiten bedingt. In der heißen Zone sind die Schwankungen der Lufttemperatur im Laufe eines Jahres unbedeutend. Der Charakter der Jahreszeiten ist am schärfsten in der Mitte der gemäßigten Zone ausgeprägt. Je mehr man sich der heißen Zone nähert, desto geringer wird der Unterschied zwischen Sommer und Winter, je mehr man sich den Polarkreisen nähert, desto greller wird dieser Unterschied, während die Uebergangsperioden, Frühling und Herbst, fast verschwinden.

Man erhält eine Uebersicht der jährlichen Periode der Lufttemperatur, wenn man die mittlere Temperatur eines Ortes für jeden der einzelnen Monate des Jahres ermittelt und danach die jährliche Temperaturcurve construirt, wie es in Taf. 13, Fig. 5 für Havana, Rom und Barnaul (in Sibirien), und in Fig. 6 für Moskau und Reykjavik (auf der Insel Island) geschehen ist. Man sieht zum Beispiel in Fig. 5, daß in Rom die mittlere Temperatur des kältesten Monats (Januar) ungefähr 6° R., die des heißesten (Juli) beinahe 20° R. beträgt, die Differenz zwischen der mittlern Temperatur des heißesten und des kältesten Monats beträgt für Rom also ungefähr 14° R. Diese Differenz beträgt für Havana nicht ganz 5° R., für Barnaul aber beträgt sie über 32° R.

Für Orte gleicher mittlerer Jahreswärme ist deshalb der normale Gang der Temperatur im Laufe eines Jahres keineswegs derselbe. So haben z. B. Moskau und Reykjavik nahezu gleiche mittlere Jahrestemperatur (3,6° und 3,3° R.), die jährliche Temperaturcurve ist aber, wie man aus Fig. 6 sieht, für Reykjavik eine viel flachere als für Moskau. Für Moskau ist der Sommer heißer und der Winter kälter als für Reykjavik. Für Moskau ist die Temperatur des heißesten Monats um 23,5° R., für Reykjavik ist sie nur um 12,5° R. höher als die des kältesten Monats.

Durch die Nähe des Meeres, namentlich an den Westküsten von Europa und Nordamerika, sind die Gegensätze zwischen Sommer und Winter sehr gemäßigt (Seeklima), während sie im östlichen Europa und in Nordasien ebenso wie im Innern von Nordamerika sehr groß sind (Continentalklima). Reykjavik gehört dem Seeklima, Moskau gehört dem Continentalklima an.

Das beste Bild der gleichzeitigen Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche bieten die Monats-Isothermen, d. h. die Curven gleicher mittlerer Monatswärme. Taf. 13, Fig. 2 zeigt den Verlauf der Januar-, und Fig. 3 zeigt den der Juli-Isothermen. Man übersieht aus diesen Karten unter anderm, daß Washington im Januar gleiche Temperatur mit Reykjavik und den westlichsten Vorgebirgen Norwegens, im Juli aber gleiche Temperatur mit der Südküste von Sicilien hat. Die Isotherme von 20° R., welche im Januar etwas südlich von St.-Domingo herläuft, steigt während der folgenden 6 Monate bis nach Washington, im westlichen Asien steigt sie von der Südküste Arabiens bis zur Mitte des Kaspischen Meeres. In der Nähe der Capverdischen Inseln bleibt dagegen die Lage der Isothermen von 20° R. fast ungeändert.

Temperatur der höhern Luftschichten.

Mit der Erhebung über das Niveau der Meeresfläche sinkt die Temperatur, mag man sich nun in einem Luftballon erheben oder hohe Berge besteigen.

Gay-Lussac stieg im Jahre 1804 in einem Luftballon bis zu einer Höhe von 21000 Fuß und beobachtete in dieser Höhe eine Temperatur von —7,6° R., während am Boden eine Temperatur von 24,8° R. herrschte. Auf Taf. 14 gibt Fig. 4 eine vergleichende Uebersicht der thermischen Beobachtungen, welche bei drei im Jahre 1852 in England unternommenen Luftfahrten angestellt wurden. Die Zahlen auf der linken Seite geben die nach pariser Fußen gemessenen Höhen, die Zahlen, welche auf den schattirten Streifen stehen, geben die an den entsprechenden Stellen beobachteten Temperaturen in Réaumur'schen Graden an.

Auf hohen Bergen zeigt schon die Veränderung der Vegetation die Abnahme der Temperatur an. Je höher man steigt, desto mehr nimmt die Vegetation den Charakter kälterer Himmelsstriche an. In Südamerika kann man in einem Tage aus der Region der Palmen bis zum ewigen Schnee aufsteigen. In der Andeskette ist nach Humboldt die mittlere Jahrestemperatur in einer Höhe über dem Meere von

0 Fuß	. . . . 22°	R.
6000 „	. . . . 14,4°	„
12000 „	. . . . 5,6°	„
15000 „	. . . . 1,2°	„

Am Abhang großer Gebirgsmassen kann man sich isothermische Linien gelegt denken, welche nahezu als horizontale Curven erscheinen werden. Taf. 14, Fig. 5 zeigt den Verlauf der Höhen-Isothermen in den Alpen. Man übersieht leicht, daß die Isotherme von 0° R. in einer Höhe von 6000 bis 7000 Fuß um die Alpen herumzieht.

Unter sonst gleichen Umständen ist es auf Hochebenen wärmer als auf isolirten Berggipfeln gleicher Höhe.

Die Temperaturabnahme in den höhern Luftregionen wird dadurch besonders markirt, daß auf hohen Gebirgen der Schnee selbst in den Sommermonaten nicht wegschmilzt, sodaß diese Gipfel stets mit Schnee bedeckt bleiben. Die untere Grenze des ewigen Schnees rückt um so tiefer gegen den Meeresspiegel herunter, je mehr man sich vom Aequator aus den Polen nähert. So ist z. B.:

für Quito	0° n. Br.	die Höhe der Schneegrenze		15320′
„ Mexico	19° „	„	„	13900′
„ Alpen	46° „	„	„	8350′
„ Norwegen	71° „	„	„	2220′

Wie ungleich die Höhe der Schneegrenze auf den Gebirgen verschiedener Gegenden ist, wird durch Fig. 8 auf Taf. 15 anschaulich gemacht, in welcher die vorzüglichsten Höhen von Amerika, Asien und Europa in Gruppen zusammengestellt sind. Nr. 1, 2 und 3 sind der Illimani, der Aconcagua und der Chimborasso in Südamerika. Dem Himalajagebirge gehören Nr. 4 und 5 (Schamalari und Dhawalagiri) an, Nr. 6 stellt den Kaukasus dar. Die übrigen Gipfel entsprechen europäischen Gebirgen: Nr. 7 den Pyrenäen, Nr. 8 den Alpen, Nr. 9 dem Sulitelma in Norwegen und Nr. 10 der Insel Mageröe, deren nördlichste Spitze das Nordcap bildet.

Aus Fig. 5 auf Taf. 14 sieht man, daß die Schneegrenze (die Grenzlinie zwischen braun und blau) merklich höher liegt als die Jahres-Isothermen von 0°. Die Höhe der Schneegrenze ist vorzugsweise bedingt durch die Temperatur des heißesten Monats und die Menge des Schneefalls. Wie man aus Fig. 8, Taf. 15, sieht, liegt die Schneegrenze auf dem Nordabhang des Himalaja höher als auf dem Südabhang, weil auf dem Südabhang viel mehr Schnee fällt.

Da in hohen Gebirgen oberhalb der Schneegrenze mehr Schnee fällt als an Ort und Stelle wegschmelzen kann, so müßte hier eine ins Unendliche fortgehende Anhäufung von Schneemassen stattfinden, wenn nicht durch die Gletscher eine Ausgleichung vermittelt würde. Die Gletscher sind langsam fortschreitende Eisströme, welche sich in hohen Gebirgen aus der Region des ewigen Schnees in den Thalsohlen bis weit unter die Region der Schneegrenze herabziehen, sodaß das untere Gletscherende oft von einer blühenden Vegetation umgeben ist.

Der ursprünglich aus feinen Nädelchen bestehende Schnee wird durch theilweises Schmelzen und wieder Gefrieren in eine körnige Masse, den Firn, verwandelt, welcher sich durch häufige Wiederholung desselben Processes allmählich in eine aus einzelnen walnußgroßen, aber fest zusammengeteilten Körnern bestehende Eismasse verwandelt, welche auf ihrer geneigten Unterlage langsam thalabwärts gleitet. Fig. 7, Taf. 15, ist eine Ansicht des Rosenlauigletschers, welche sehr geeignet ist, einen richtigen Begriff von der Gletscherbildung zu geben. Man sieht, wie sich aus den ausgedehnten Schnee- und Firnfeldern die Eismasse, einer ungeheuern Thräne nicht ganz unähnlich, in die Tiefe hinabsenkt. Fig. 5, Taf. 15, stellt den Rhönegletscher dar, welcher, nachdem er in einem engern und steilern Thale, einer Eiscascade ähnlich, herabgestiegen ist, sich nun auf der erweiterten Thalsohle fächerförmig ausbreitet.

Aus der Karte des Mer de Glace im Chamounithal, Taf. 14, Fig. 6, sieht man, wie dieser mächtige Eisstrom durch die Vereinigung mehrerer Theilströme entsteht. Aus den Firnfeldern des Col du Géant senkt sich der Glacier du Géant herab, der sich weiter unten mit dem Glacier du Léchaud und dem Glacier du Talèfre vereinigt. Das untere Ende des Mer de Glace bei k liegt 3670 Fuß über dem Meeresspiegel, also ungefähr 4330 Fuß unter der Schneegrenze.

Im Jahre 1788 ließen die Begleiter Saussure's am obern Ende des Glacier du Géant bei g, Fig. 6, eine Leiter zurück, deren Bruchstücke im Jahre 1832, also nach 56 Jahren bei s wiedergefunden wurden. In 56 Jahren hat demnach der Eisstrom die Strecke von g bis s zurückgelegt, im Durchschnitt also jährlich einen Weg von 375 Fuß.

Das Eis des Col du Géant braucht 120 Jahre, um das untere Ende des Eismeers zu erreichen.

Von den Thalwänden, zwischen welchen die Gletscher eingebettet sind, fallen mehr oder minder große Felsstücke, Steingerölle und Grund auf die Ufer des Eisstroms, welche von dem Eise langsam thalabwärts getragen werden. Wenn nun zwei Gletscher zusammenstoßen, so gelangen diese Gesteinstücke, welche bis dahin auf den einander zugewendeten Ufern lagen, auf die Mitte des durch die Vereinigung gebildeten Gletschers und wandern nun auf der Mitte desselben (Mittelmoräne) fort, allen Krümmungen des Eisstroms folgend. Taf. 15, Fig. 6, welche den vom Siedehorn aus gesehenen Unteraargletscher darstellt, ist eine Mittelmoräne in ausgezeichneter Weise sichtbar.

Das untere Ende der Gletscher ist stets von bedeutenden Gesteins- und Geröllmassen umgeben (Frontmoränen), welche durch das Eis allmählich herabgetragen worden sind. Wenn nun das untere Gletscherende einige Jahre lang vorrückt, so wird der Trümmerwall, welcher dasselbe umgibt, mit unwiderstehlicher Gewalt fortgeschoben, um liegen zu bleiben, wenn dann das untere Gletscherende sich wieder für einige Zeit zurückzieht. So sieht man Taf. 15, Fig. 5 einige alte Frontmoränen, welche wallartig das untere Ende des Rhönegletschers umgeben.

Mit der Entfernung vom Aequator steigen auch die Gletscher tiefer herab, um endlich in den Polarregionen beider Hemisphären den Meeresspiegel zu erreichen. So stellt Fig. 1 auf Taf. 15 einen Gletscher auf Spitzbergen und Fig. 2 einen solchen auf der Westküste von Grönland dar, welche beide von den Meereswogen umspült werden.

Temperatur des Bodens und der Quellen.

Um die Temperatur der obern Bodenschichten zu beobachten, kann man die Lamont'sche Vorrichtung, Taf. 16, Fig. 3, anwenden. In den Boden ist eine hölzerne Röhre von quadratischem Querschnitt eingesenkt, in welche 4 Balken passen, von denen einer auf dem andern steht und welche mittels einer Stange der Reihe nach herausgezogen werden können. An jedem dieser Balken ist eine Vertiefung angebracht, in welcher ein Thermometer mit großem Gefäß angebracht ist. Die fünf Thermometer befinden sich der Reihe nach 4, 8, 12, 16 und 20 Fuß tief unter der Oberfläche. Um die Beobachtung zu machen, wird erst A herausgezogen und das oberste Thermometer rasch abgelesen, dann das zweite u. s. w. Eine solche Beobachtung wird jede Woche einmal gemacht.

Nach solchen jahrelang zu München fortgesetzten Beobachtungen ist der jährliche Gang der Temperatur in Fig. 9, Taf. 13, für eine Tiefe von 4, 12 und 20 Fuß graphisch dargestellt. Die Figur zeigt, daß die jährlichen Extreme einander um so näher rücken, je tiefer man in den Boden eindringt. Für eine Tiefe von 20 Fuß beträgt diese Differenz nur noch $1\frac{1}{4}$° R. Außerdem aber tritt das jährliche Maximum und Minimum für tiefere Schichten später ein als für höhere. Während das Temperaturmaximum und Minimum auf der Oberfläche im Juli und Januar eintritt, geschieht dies in einer Tiefe von 20 Fuß erst im December und Mai.

Im mittlern Europa verschwinden die jährlichen Variationen der Temperatur in einer Tiefe von 70 Fuß, sodaß hier beständig die gleiche Temperatur herrscht, welche nur wenig höher ist als die mittlere Temperatur des Beobachtungsortes an der Oberfläche. Für Orte, deren mittlere Temperatur unter dem Gefrierpunkt liegt, wie dies im nördlichen Sibirien der Fall ist, bleibt der Boden in der Tiefe von einigen Fußen beständig gefroren.

Noch über die Tiefe hinaus, für welche die jährlichen Variationen der Temperatur verschwinden, in den Boden eindringend, wird die Temperatur stets höher; so fand man in einem Bohrloch

zu Rüdersdorf	in einer Tiefe	von	680′	....	17° C.
„ Grenelle	„ „	„	1650′	....	28° „
„ Neusalzwerk	„ „	„	2050′	....	33° „

Im Durchschnitt steigt die Temperatur um 1° C., wenn man um 100 Fuß tiefer in den Boden eindringt. Demnach müßte man schon in einer Tiefe von 10000′ die Temperatur des siedenden Wassers finden und in einer Tiefe von fünf Meilen müßte eine Hitze herrschen, bei welcher Gußeisen und Basalt flüssig sind. Demnach läßt sich kaum daran zweifeln, daß sich das Innere der Erde in feurig-flüssigem Zustande befindet.

Das in den Boden eindringende Regenwasser nimmt die Temperatur der Erd- und Felsschichten an, mit welchen es längere Zeit in Berührung bleibt, und so kommt es, daß die Temperatur etwas wasserreicher Quellen das ganze Jahr hindurch ziemlich constant bleibt und daß sie wenig von der mittlern Temperatur des Ortes verschieden ist, an welchem sie hervorbrechen. Solche Quellen jedoch, deren Wasser bis zu einer größern Tiefe eingedrungen war, werden eine um so höhere Temperatur zeigen, aus je größerer Tiefe ihr Wasser kommt. Zu den interessantesten heißen Quellen gehören die periodischen Springquellen Islands, namentlich aber der große Geysir.

Auf dem Gipfel eines ungefähr 70 Fuß hohen Hügels befindet sich ein Bassin on 48 Fuß, in dessen Mitte sich ein 9 Fuß weites Rohr bis zu einer Tiefe von 70 Fuß vertical hinabsenkt. Rohr und Bassin sind meist mit heißem Wasser gefüllt. Taf. 16, Fig. 5 ist das Bild einer Geyseruption, Fig. 4 dagegen ist eine Ansicht des Bassins und der Mündung des Rohrs zu einer Zeit, in welcher das Bassin wasserfrei ist.

Von Zeit zu Zeit schwillt das Wasser im Becken an und große Dampfblasen steigen auf. In Zwischenräumen von 80—90 Minuten wiederholt sich dieselbe Erscheinung, bis endlich eine große Eruption erfolgt. Das Wasser im Bassin schwillt höher an und ein Wasserstrahl schießt 80—100 Fuß hoch senkrecht in die Luft (Fig. 5); ungeheure Dampfwolken verhüllen zum Theil die Wassersäule. Nach einer solchen Explosion ist das Bassin und das Rohr bis zu einer Tiefe von etwa 6 Fuß von Wasser entleert. Nach und nach steigt das Wasser wieder, bis das Bassin voll ist und nach einem oder mehrern Tagen eine neue Eruption erfolgt.

Durch Kanäle, welche man nicht weiter verfolgen kann, tritt das weit über 100° C. erhitzte Wasser am untern Ende des Rohrs in dasselbe ein, seine Temperatur sinkt aber um so mehr, je höher es aufsteigt. An jeder einzelnen Stelle ist die Temperatur des Wassers unmittelbar nach einer großen Eruption am geringsten, sie steigt aber allmählich wieder bis zur nächsten Eruption. Ueberall aber ist die Temperatur des Wassers geringer, als die Temperatur des Siedepunktes an dieser Stelle, welche mit der Tiefe wächst, weil außer dem Druck der Atmosphäre auch noch der Druck einer Wassersäule zu tragen ist. Ungefähr in einer Tiefe von 50 Fuß kommt die Temperatur des Wassers der Temperatur des entsprechenden Siedepunktes am nächsten. Bildet sich nun hier wirklich einmal eine große Dampfblase, so wird ein Theil des Wassers aus dem Rohre hinausgeworfen, der Druck, welcher auf den tiefern Wasserschichten lastet, wird vermindert und infolge davon tritt ein massenhaftes Kochen ein, durch welches das siedende Wasser hoch in die Luft geschleudert wird.

Um das Geyserphänomen im kleinen nachzuahmen, dient der Apparat Fig. 6, Taf. 16; ein 5 Zoll weites, 5 Fuß langes Blechrohr mündet oben in ein flaches Becken. Mit Wasser gefüllt steht das Rohr unten in einem Kohlenbecken, während in seiner Mitte ein zweites Kohlenbecken angebracht ist. An diesem Apparat erfolgt eine Eruption nach je 5 Minuten. Das Wasser wird dann 2—3 Fuß hoch in die Höhe geschleudert.

Temperatur der Meere.

Man hat versucht, Isothermen der Oberfläche des Meerwassers zu construiren, allein sie verlaufen so gekräuselt, daß man nicht wohl annehmen kann, daß sie das Gesetz der wahren Vertheilung der Wärme auf der Meeresoberfläche darstellen. Von größerer, namentlich zoologischer Bedeutung sind dagegen die Isotrymen, welche auf der Karte Taf. 13, Fig. 4 aufgetragen sind. Sie verbinden die Orte, an denen die Temperatur der Meeresoberfläche während

der 30 aufeinanderfolgenden kältesten Tage des Jahres gleich niedrig ist.

Während das Wasser der Landseen in großen Tiefen stets eine Temperatur von 4 bis 5° C. (also ungefähr die Temperatur seines Dichtigkeitsmaximums) hat, ist die Temperatur des salzhaltigen Wassers aller Meere in der Tiefe noch geringer. Selbst im Indischen Ocean fand man in einer Tiefe von 6000 Fuß eine Temperatur zwischen 2 und 3° C., während die Temperatur an der Oberfläche 24° C. betrug. Auch in den Tiefen der Polarmeere ist die Temperatur des Wassers 2 bis 3° C.

Daß selbst in den Tiefen der Aequatorialmeere eine so niedrige Temperatur herrscht, läßt sich nur dadurch erklären, daß in der Tiefe stets das an den Polen erkaltete Wasser dem Aequator zuströmt. Das ist aber nicht möglich, ohne daß an der Oberfläche des Meeres Strömungen vorkommen, welche das Wasser der Tropen den Polen zuführen. Auf der Karte Taf. 14, Fig. 1 sind die bedeutendern Strömungen an der Oberfläche des Meeres eingezeichnet, und zwar die warmen roth, die kalten schwarz. Für Europa ist der Golfstrom von besonderer Wichtigkeit, welcher, aus dem Mexicanischen Meerbusen kommend, zunächst an den Küsten von Nordamerika hinläuft und sich dann gegen Europa wendet.

Während sich der Lauf der Strömungen an der Oberfläche des Meeres durch Beobachtungen feststellen läßt, entziehen sich die Strömungen in der Tiefe vollständig der Wahrnehmung. Auch auf theoretischem Wege läßt sich ihr Lauf nicht ermitteln und zwar um so weniger, da uns die Gestaltung des Meeresbodens fast ganz unbekannt ist. Nur für wenige Gegenden kennt man das Profil des Meeresbodens genauer, wie z. B. für den Atlantischen Ocean zwischen Irland und Neufundland, wo man es wegen Legung des Telegraphenkabels sondirte. Fig. 13 auf Taf. 16 stellt dieses Profil dar, und zwar sind hier die Meerestiefen in einem hundertmal größern Maßstab aufgetragen als die horizontalen Entfernungen. Die größte Meerestiefe zwischen St.-Johns (a) und Valentia (b) beträgt 2170 Faden (1 Faden = 6 Fuß englisch).

Eine andere Bewegung der Meeresoberfläche, welche nicht thermischen Ursprungs ist, welche aber doch am besten hier besprochen wird, ist die Ebbe und Flut. 6 Stunden $12^1/_2$ Minuten lang steigt das Meer, das ist die Flut; dann fällt es wieder in den nächsten 6 Stunden $12^1/_2$ Minuten, und dieses Sinken wird die Ebbe genannt. Innerhalb 24 Stunden 50 Minuten (die Zeit von einer Mondculmination zur nächsten) findet also zweimal Ebbe und zweimal Flut statt. Daraus ersieht man schon, daß Ebbe und Flut vorzugsweise durch den Mond bedingt sind, was noch augenscheinlicher dadurch hervortritt, daß das Maximum der Flut stets um eine bestimmte Zeit nach dem (obern und untern) Durchgang des Mondes durch den Meridian stattfindet. Diese Zeit, welche den Namen Hafenzeit führt, ist von einem Orte zum andern infolge localer Ursachen verschieden. So beträgt die Hafenzeit in

Cadix	1 St. 15 M.	Plymouth	6 St. 5 M.
Lissabon	4 „ 0 „	Calais	11 „ 45 „
Bayonne	3 „ 30 „	Hamburg	5 „ 0 „

Die Flutböhe, d. h. der Unterschied zwischen der Höhe des Meeresspiegels zur Zeit der Flut und zur Zeit der darauffolgenden Ebbe, ist für einen und denselben Ort veränderlich, indem sie theils periodische, theils zufällige Schwankungen erleidet. Die periodischen rühren daher, daß auch die Sonne eine Ebbe und Flut veranlaßt, welche aber geringer ist als die Mondflut. Die Höhe der Fluten ist deshalb am grö[illegible] zur Zeit des Neumondes und des Vollmondes (Sp[illegible]flut); sie ist am kleinsten zur Zeit des ersten und le[illegible] Mondviertels.

Die zufälligen Schwankungen werden vorzugsw[illegible] durch Winde und Stürme bedingt, welche je nach [illegible]ständen das Steigen der Flut begünstigen oder ver[illegible] Ebenso ist die Fluthöhe von localen Verhältnissen [illegible]hängig. Im Mittelländischen Meere kaum merklich, sie an den Küsten von England und Frankreich [illegible] bedeutend. So ist z. B. die mittlere Höhe der Sp[illegible]flut zu Bayonne 9 Fuß, zu London 18 Fuß, zu [illegible] Malo 36 Fuß, in der Fundybay (British-Nordamerika) bis 70 Fuß. Auf kleinen mitten im Ocean liegen[illegible] Inseln ist die Fluthöhe unbedeutend, z. B. 3 Fuß [illegible] St.-Helena, 2 Fuß auf den kleinen Inseln der Sü[illegible]

Mit dem Namen der Isorachien bezeichnet [illegible] solche Curven, welche, wie die Taf. 14, Fig. [illegible] gezogenen, alle Orte der Meeresoberfläche mitein[illegible] verbinden, die gleichzeitig den Gipfel einer [illegible]welle bilden. Haben z. B. alle Punkte einer [illegible] bezeichneten Curve zu einer bestimmten Stunde [illegible] Tags Hochwasser, so wird die Flutwelle in zwe[illegible] vier, in sechs Stunden bis zu den folgenden [illegible] 6, 8 bezeichneten Curve vorgedrungen sein.

Bei der großen Kälte, welche an der Oberfläche [illegible] Polarmeere herrscht, muß eine massenhafte Eisbil[illegible] stattfinden. Da aber beim Gefrieren des salzhaltig[illegible] Meerwassers sich salzfreies Eis bildet, so ist die [illegible]bildung von der Ausscheidung einer concentrirt[illegible] Salzlösung begleitet, welche zwischen den gebil[illegible] Eisblättchen eingeschlossen bleibt, weshalb denn [illegible] das aus Meerwasser entstandene Eis nicht compa[illegible] und fest ist, wie das Süßwassereis, sondern leicht [illegible]brechlich und schwammig.

Wenn die Oberfläche des Meeres gefriert, so bil[illegible] sich meilenweit ausgedehnte Eisfelder, welche, [illegible] den Wogenschlag zerbrochen, das Treibeis liefe[illegible] Durch Meeresströmungen und Winde wird das Tre[illegible] eis oft ziemlich weit gegen den Aequator hingetrie[illegible] In der Karte Taf. 14, Fig. 1, ist die durchschnitt[illegible] Grenze des Treibeises auf beiden Hemisphären [illegible] V. V. V. bezeichnet.

Das Treibeis ragt nicht weit über den Meer[illegible]spiegel empor. Manchmal begegnet man aber schwi[illegible]menden Eisbergen, welche 100—120 Fuß hoch über [illegible] Meeresspiegel emporragen. Diese Eisberge, welche [illegible] weiter gegen den Aequator vordringen als das Tre[illegible]eis, bestehen aus festem Süßwassereis und stam[illegible] von Gletschern, welche in das Meer vorgeschoben, [illegible] der übrigen Gletschermasse abgebrochen und durch [illegible] Wogen von ihrem Bildungsorte weggeführt wurden. Taf. 15, Fig. 3 und 4 sind Ansichten solcher schwi[illegible]mender Eisberge.

Das Luftmeer, sein Druck und seine Strömungen.

Größe und Variationen des Luftdrucks.

Wenn man sich über den Spiegel des Meeres [illegible] hebt, so sinkt die Barometersäule. Ungefähr in [illegible] Höhe der punktirten Horizontallinie, Taf. 15, Fig. [illegible] welche den Gipfel des Kaukasus streift, ist der mittl[illegible] Barometerstand nur noch halb so hoch als im Nive[illegible] des Meeres. Der kleine Ballon, den man in dieser Figur etwas rechts über dem Berggipfel s schwebe[illegible] sieht, bezeichnet die Höhe, bis zu welcher Gay-Lus[illegible]

Luftballon aufgestiegen war. In einer Höhe von eographischen Meilen ist die Dichtigkeit der Luft mal geringer als am Spiegel des Meeres.

Wenn man an einem bestimmten Orte aufellte Barometer einige Zeit lang beobachtet, so t sich bald, daß es regellos um einen mittlern nd schwankt. In diesen unregelmäßigen, zufälligen wankungen lassen sich jedoch auch periodische wankungen nachweisen, wenn man aus langen obachtungsreihen die entsprechenden Mittelzahlen behnet. Nimmt man z. B. das Mittel aus allen Laufe eines Jahres um 6, 7, 8 Uhr u. s. w. gechten Beobachtungen, so läßt sich danach der mittlere gliche Gang des Barometers bestimmen. Das Mittel s allen im Laufe eines Monats gemachten Baroterbeobachtungen liefert den mittlern Barometernd des Monats, und wenn man das barometrische ittel für alle Monate des Jahres berechnet hat, so gibt sich danach das Gesetz der jährlichen Variationen s Barometerstandes.

In unsern Gegenden sind die periodischen Schwanngen des Barometers sehr klein gegen die zufälligen, daß sie erst durch längere Beobachtungsreihen sichr gemacht werden können. In den Tropen dagegen eten die periodischen Variationen des Barometers el entschiedener hervor, wie man aus den Figuren und 8, Taf. 14, ersieht. Fig. 7 stellt den Gang der glichen, und Fig. 8 stellt den Gang der jährlichen ariationen des Barometers für Kalkutta und Petersrg dar.

Die Ursache der Barometerschwankungen liegt darin, ß eine wärmere Luftsäule bei gleicher Höhe einen eringern Druck ausübt als eine kältere, das Baroeter wird also im allgemeinen steigen müssen für Winde, die aus kältern, es wird fallen müssen für Winde, die aus wärmern Gegenden kommen. Im llgemeinen wird deshalb auch der Gang des Thermoeters und des Barometers ein entgegengesetzter sein üssen, wie sich dies auch im Winter am entschieensten ausspricht. So stellt z. B. die obere Curve n Fig. 10, Taf. 13, den Gang des Thermometers, ie untere Curve stellt den des Barometers zu Frankurt a. M. vom 11. Januar bis zum 6. Februar 837 dar.

Bei uns sind nun die von den Aequatorialgegenden ommenden Südwestwinde zugleich feuchte Regenwinde, ie kalten Nordostwinde sind zugleich trockene Winde, oher es denn kommt, daß das Barometer bei regnerischem Wetter durchschnittlich tiefer, bei hellem, rockenem Wetter aber höher steht.

Wenn dieser Gegensatz im Sommer nicht so rein uftritt, so ist der Grund davon darin zu suchen, daß m Sommer die unmittelbare Wirkung der Sonne nehr in den Vordergrund tritt. Die Wirkung der Sonnenstrahlen wird aber bei Südwestwind durch die Wolkendecke gemildert, während sie bei dem heitern Himmel, den der Nordostwind bringt, ganz ungeschwächt uftritt.

Winde und Stürme.

Die Entstehung der Winde ist durch die ungleiche Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre bedingt. Da wo die Erdoberfläche durch die Sonnenstrahlen am stärksten erhitzt wird, muß die erwärmte Luft wegen ihres geringern specifischen Gewichts aufsteigen, um oben seitwärts abzufließen, während am Boden frische Luft von kältern Gegenden zuströmt.

Im kleinen läßt sich dies durch folgenden Versuch darthun. Man öffne im Winter die Thür eines geheizten Zimmers, welche in einen kalten Raum führt so weit, daß ein ungefähr zwei Finger breiter Spalt entsteht, wie Taf. 16, Fig. 7 andeutet, und halte dann eine brennende Kerze in den Spalt, so wird die Flamme nach außen geblasen, wenn man sie in die obere, nach innen, wenn man sie in die untere Hälfte der Spaltöffnung hält, während die Flamme in der mittlern Höhe der Spaltöffnung unbewegt bleibt.

Demnach muß also dem Aequatorialgürtel der Erde in den untern Schichten der Atmosphäre von beiden Polen her stets Luft zuströmen, und so müßte auf der einen Seite dieses Gürtels ein beständiger Nord-, auf der andern Seite ein beständiger Südwind wehen; durch die Rotation der Erde werden aber diese Winde in beständige Nordost- und Südostwinde verwandelt, welche den Namen der Passatwinde führen.

In voller Regelmäßigkeit wehen diese Passatwinde nur auf dem offenen Meere. Taf. 14, Fig. 3, die Region des Nordostpassats, sowie die des Südostpassats, sind durch rothe Färbung ausgezeichnet.

Da wo der Nordostpassat von der nördlichen, der Südostpassat von der südlichen Hemisphäre zusammentreffen, combiniren sie sich zu einem rein östlichen Winde, der aber unmerklich wird, weil die horizontale Bewegung durch eine verticale Bewegung der infolge ihrer starken Erwärmung mächtig aufsteigenden Luft neutralisirt wird. Es würde hier fast vollkommene Windstille herrschen, wenn nicht die heftigen Stürme, welche die fast täglich unter Blitz und Donner stattfindenden Regengüsse begleiten, die Ruhe der Atmosphäre störten. — Die Zone, welche die Passatwinde der beiden Hemisphären trennt, ist die auf der Karte Taf. 14, Fig. 3 gleichfalls verzeichnete Region der Calmen.

Die Region der Calmen fällt nicht mit dem Aequator zusammen, sondern sie liegt etwas nördlich von demselben, was eine Folge davon ist, daß auf der nördlichen Halbkugel viel mehr Land liegt als auf der südlichen.

Die in der Region der Calmen aufsteigende Luft fließt in der Höhe nach beiden Seiten hin ab, um sich nach den Polen zu ergießen. Die Richtung dieses obern Passats ist der des untern entgegengesetzt; sie ist auf der nördlichen Halbkugel eine südwestliche, auf der südlichen eine nordwestliche.

In größerer Entfernung vom Aequator senkt sich der obere Passat mehr und mehr gegen die Erdoberfläche. Auf dem Gipfel des Pic von Teneriffa wehen häufig Südwestwinde, während am Meeresspiegel der Nordostpassat herrscht.

Im Indischen Ocean ist die Regelmäßigkeit der Passatwinde durch die Configuration der Ländermassen gestört. Im südlichen Theile des Indischen Oceans, zwischen Madagaskar und Neuholland, herrscht freilich das ganze Jahr hindurch der Südostpassat, in dem nördlichen Theile dieses Meeres aber weht der Nordost vom September bis zum April, der Südwest dagegen vom April bis zum September. Diese regelmäßig abwechselnden Winde werden Moussons genannt. Auf der Karte Taf. 14, Fig. 3 ist die Region der Moussons gleichfalls bezeichnet.

Der von den Aequatorialgegenden abströmende, sich mit der Annäherung gegen die Pole immer mehr senkende obere Passat erreicht endlich den Boden, und zwar auf der nördlichen Hemisphäre als Südwest-, auf der südlichen als Nordwestwind. Außerhalb der Region der Passate gehen also die beiden Strömungen, welche die Luft dem Aequator zu und von demselben wegführen, nicht mehr übereinander, sondern nebeneinander her, indem sie sich abwechselnd gegenseitig

verdrängen; bald erlangt der Nordost, bald der Südwest die Oberhand, und bei dem Uebergange aus einer dieser Hauptwindrichtungen in die andere sehen wir die Zwischenwinde nach allen Richtungen der Windrose wehen.

Der bei oberflächlicher Betrachtung ganz regellose Wechsel der Windrichtungen unterliegt, wie genauere Untersuchungen gezeigt haben, doch einem bestimmten Gesetze, indem die Winde innerhalb der nördlichen gemäßigten Zone in der Regel in folgender Ordnung aufeinanderfolgen: Süd, Südwest, West, Nordwest, Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd.

Am regelmäßigsten läßt sich diese Drehung des Windes im Winter beobachten. Häufig springt der Wind in einer dem eben angeführten Drehungsgesetz entgegengesetzten Richtung um 45—90 Grad zurück, um sich dann wieder in normaler Richtung, also wie der Zeiger einer Uhr, weiter zu drehen.

In der südlichen gemäßigten Zone erfolgt die Drehung des Windes nach der entgegengesetzten Richtung.

Ein Wind, dessen Geschwindigkeit 30 — 40 Fuß in der Secunde beträgt, wird ein starker, ein solcher von 40—60 Fuß Geschwindigkeit wird ein heftiger genannt. Wächst die Geschwindigkeit des Windes über 60 Fuß in der Secunde, so geht er in Sturm über. Die stärksten Stürme von 120—150 Fuß Geschwindigkeit werden als Orkane bezeichnet.

Stürme sind stets die Folge einer irgendwo eingetretenen starken Verminderung des Luftdrucks, weshalb sie denn auch stets von einem starken Fallen des Barometers begleitet sind. Bei heftigen Stürmen sinkt das Barometer öfters rasch um 18—22 Linien. Die Luft strömt aber nicht einfach von allen Seiten her gegen die Stelle der größten Luftverdünnung hin, sondern sie nimmt eine wirbelnde Bewegung um das selbst fortschreitende barometrische Minimum an.

In der nördlichen gemäßigten Zone schreitet das Minimum des Luftdrucks in südwestlicher Richtung vor, wie es der gefiederte Pfeil in Fig. 8, Taf. 16, anzeigt, welche den Verlauf des Sturms vom 24. auf den 25. December 1821 darstellt. Um die Stelle des geringsten Luftdrucks wirbelt aber die Luft entgegengesetzt dem Zeiger einer Uhr, also in der Richtung der ungefiederten Pfeile der Fig. 8. An den Orten, welche auf dem Wege des barometrischen Minimums liegen, wie z. B. zu London in dem durch Fig. 8 erläuterten Fall, beginnt also der Sturm mit Südost, um dann rasch in Nordwest umzuschlagen. An Orten, welche südöstlich vom Wege des Minimums liegen, beginnt der Sturm mit Südsüdost und schlägt durch Süd nach West um; auf der Nordwestseite des Minimums dagegen setzt der Sturm mit Ostsüdost ein und schlägt durch Ost nach Nord um.

Auf der Südostseite des Minimums wüthet der Sturm weit heftiger als auf der Nordwestseite, denn auf der Südostseite summirt sich die Geschwindigkeit des Wirbels zu der Geschwindigkeit, mit welcher das Minimum fortschreitet, auf der Nordwestseite dagegen sind diese beiden Geschwindigkeiten einander entgegengesetzt.

In der Nordhälfte der heißen Zone ist die Rotationsrichtung der Wirbelstürme dieselbe wie in der nördlichen gemäßigten Zone, das Centrum des Sturms schreitet aber in südöstlicher Richtung vorwärts, um beim Uebergang in die gemäßigte Zone nach südwestlicher Richtung umzubiegen, wie Taf. 16, Fig. 9 erläutert. Auf der südlichen Hemisphäre ist die Rotationsrichtung der Wirbelstürme die entgegengesetzte von der auf der nördlichen Halbkugel stattfindenden. Innerhalb der heißen Zone schreiten südlich vom Ä[illegible] die Centra der Wirbelstürme in nordöstlicher Ri[illegible] vorwärts, um beim Uebergang in die südli[illegible] mäßigte Zone eine nordwestliche Richtung anzun[illegible] wie Fig. 10 zeigt.

Wir haben eben Wirbelwinde im großartigsten [illegible]stabe betrachtet; ganz ähnliche Erscheinungen [illegible] aber auch im kleinsten Maßstabe vor. Bei [illegible]nahenden Gewittern sieht man oft Luftwirbel, [illegible] Durchmesser nur einige Fuß beträgt, welche [illegible] Staub und Sand noch Blätter, Stroh, kleine [illegible] zweige u. s. w. mit in die Höhe nehmen. [illegible] winde von größern Dimensionen (20—10[illegible] Durchmesser) und größerer mechanischer Kraft [illegible] Wetterſäulen oder Tromben genannt. [illegible] im Stande, Bäume zu brechen und zu entw[illegible] Breter und Balken hoch in die Luft zu hebe[illegible] Hunderte von Schritten fortzuführen u. s. w. [illegible] aufgewirbelte Staubmassen werden sie auf [illegible] sichtbar gemacht. Ueber das Meer, über See[illegible] Flüsse hinziehend, wühlen sie das Wasser so g[illegible] auf, daß es sich wirbelnd zu einer schäumenden [illegible] pyramide (Wasserhose) erhebt. Taf. 16, Fig. 1 [illegible] eine am 10. Juni 1858 in der Nähe von [illegible] winter auf dem Rhein beobachtete Wasserho[illegible]

In neuerer Zeit hat man vielfach den elek[illegible] Telegraphen zu Sturmwarnungen benutzt [illegible] zwar werden am zweckmäßigsten die telegraph[illegible] Witterungsberichte zu diesem Zwecke benutz[illegible] verschiedenen Ländern hat man Centralstation[illegible] richtet, welche täglich telegraphische Nachricht ü[illegible] Stand der meteorologischen Instrumente von [illegible] Reihe von Stationen empfangen, die mit ihr u[illegible] bindung stehen. Das großartigste System telegrap[illegible] Witterungsberichte ist ohne Zweifel dasjenige, [illegible] Centralstation die pariser Sternwarte ist und [illegible] fast ganz Europa umfaßt. Jeden Morgen um [illegible] geht ein telegraphischer Bericht von einigen schwed[illegible] norwegischen, russischen, niederländischen, engl[illegible] französischen, spanischen, italienischen, österreich[illegible] Stationen ein; also fast aus ganz Europa wird m[illegible] um 8 Uhr der Witterungszustand telegraphisch nach [illegible] berichtet und von da aus werden dann gleichfall[illegible] telegraphischem Wege verschiedenen Seehäfen die [illegible] tigsten Notizen mitgetheilt. Außerdem aber [illegible] die eingelaufenen Berichte über Thermometer- und [illegible] meterstand, Windrichtung, Bewölkung, Regen u. [illegible] täglich in dem Bulletin international zusammeng[illegible] und diesem noch ein Kärtchen von Europa beige[illegible] in welchem die nach den berichteten Barometer[illegible] construirten Isobaren, d. h. Linien gleich[illegible] gleichen Barometerstandes, eingetragen sind. Z[illegible] Fig. 11 ist die Copie des für den 15. November [illegible] construirten Kärtchens. An der Grenze zwischen [illegible] land und Schottland bestand am Morgen jenes [illegible] ein barometrisches Minimum von 729^{mm}, um [illegible] die Isobaren von 730^{mm} (73 Centimeter), [illegible] 740^{mm} als geschlossene Curven herumlaufen. A[illegible] südwestlichen Küsten von Norwegen, der Südkü[illegible] England und der Südwestküste von Island w[illegible] Barometerstand 745^{mm} u. s. w.

Wenn, wie es hier der Fall ist, um ein [illegible] metrisches Minimum die von 5 zu 5^{mm} [illegible] schreitenden Isoboren dicht gedrängt herumlaufe[illegible] findet sicherlich eine stürmische Bewegung der [illegible] statt, welche nach den besprochenen Gesetzen u[illegible] Stelle des tiefsten Barometerstandes herumw[illegible] Das Centrum des Wirbelsturms aber schreitet [illegible] einer Geschwindigkeit von 70—100 geograph[illegible] Meilen in 24 Stunden fort, sodaß es meist

›glich ist, die vom Sturm zunächst bedrohten Häfen warnen.

Hydrometeore.

In einem luftersüllten Raume kann ebenso viel Wasser›mpf enthalten sein, wie bei gleicher Temperatur in ›nem gleichgroßen luftleeren Raume. Wird etwas ›asser in einen luftleeren Raum gebracht, so geht die ›erdampfung so rasch vor sich, daß er in kürzester ›eit mit Wasserdämpfen erfüllt ist, bringt man aber ›asser mit einem luftersüllten Raum in Berührung, › geht die Dampfbildung nur allmählich vor sich, ›eil die Luft ein mechanisches Hinderniß für die Verreitung des Wasserdampfes bildet, sodaß erst nach ›ingerer Zeit der Sättigungszustand eintritt. Daher ›mmt es, daß unsere Atmosphäre, obgleich sie vielfach ›it Wasser in Berührung ist, selten mit Wasserdampf ›esättigt ist.

Die Menge des Wasserdampfes, welchen ein gebener luftleerer oder mit Luft erfüllter Raum aufnehmen im Stande ist, hängt von der Temperatur ›. Ein Kubikmeter Luft kann aufnehmen

›i 0° C. .... 5,4 Gramm, 20° C. .... 17,4 Gramm,
, 10° C. .... 9,7 „ 30° C. .... 29,4 „

›enn also bei 30° C. in 1 Kubikmeter Luft nur ›7,4 Gramm Wasserdampf enthalten sind, so ist sie ›icht gesättigt, sie enthält nur $\frac{17,4}{29,4} = 0,59$, d. h. ›9 Procent des Wasserdampfes, welchen sie bei 30° C. ›berhaupt aufzunehmen im Stande ist.

Um den Wassergehalt der Luft zu ermitteln, hat ›an verschiedene Instrumente construirt. Daniel's ›ygrometer, Taf. 16, Fig. 21, besteht aus einer ›ekrümmten Röhre, welche mit zwei Kugeln endigt. ›ie eine, a, ist vergoldet, die andere ist mit einem ›einwandläppchen umwickelt. a ist zur Hälfte mit ›ether gefüllt und enthält ein kleines Thermometer, ›essen Theilung in die Röhre t hineinragt. Der Apparat ist vollkommen luftleer. Wenn man nun Aether ›uf die Kugel b tröpfelt, so wird sie durch dessen ›erdampfung erkaltet, in ihrem Innern werden Aetherdämpfe condensirt und dadurch eine Verdampfung in ›er Kugel a bewirkt, welche eine Abkühlung derselben ›ur Folge hat. Ist die Abkühlung bis zu der Temperatur fortgeschritten, für welche die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, so beschlägt sich die Kugel a mit ›iner zarten Thauschicht. Die Temperatur, welche das ›hermometer in t in dem Augenblicke zeigt, in welchem der Beschlag auf a erscheint, ist der Thaupunkt, ›. h. die Temperatur für welche die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Nehmen wir an, die Temperatur ›er Luft sei 30° C., im Moment des Beschlags zeige ›as Thermometer in t 20° C., so enthält die Luft ›erade so viel Wasserdampf, als sie bei 20° C. aufzunehmen im Stande ist, jedes Kubikmeter Luft enthält ›lso 17,4 Gramm Wasserdampf, d. h. 59 Procent des ›ür 30° C. möglichen Wassergehalts.

August's Psychrometer, Taf. 16, Fig. 22, besteht ›us zwei an einem und demselben Gestell befestigten ›hermometern. Die Kugel des einen, A', ist mit einem ›einen Leinwandläppchen umgeben, während die Kugel ›A des andern frei bleibt. Dem Leinwandläppchen von ›A' wird aus einer Glasröhre B stets etwas Wasser ›ugeführt, sodaß es beständig feucht bleibt. Ist nun ›ie Luft mit Wasserdampf gesättigt, so kann aus der ›Leinwandhülle von A' nichts verdampfen, beide Thermometer stehen gleich hoch. Ist aber die Luft nicht gesättigt, so findet bei A' eine Verdampfung statt, infolge deren diese Thermometerkugel um so mehr erkaltet wird, je weiter die Luft von ihrem Sättigungspunkte entfernt, je lebhafter also die Verdampfung bei A' ist. Aus der Differenz der beiden Thermometer läßt sich der Wassergehalt der Luft berechnen.

Während man durch die beiden eben besprochenen Instrumente den absoluten Wassergehalt der Luft erfährt, gibt das Saussure'sche Haarhygrometer, Taf. 16, Fig. 23, den relativen Wassergehalt der Luft an, d. h. es gibt an, wie viel Procent des für die herrschende Temperatur möglichen Wassergehalts in der Luft wirklich vorhanden sind. Das Haar c ist mit seinem obern Ende durch ein Zängelchen d gefaßt, das untere Ende aber ist in einer Rinne der Rolle o befestigt, um deren zweite Rinne ein Seidensaden geschlungen ist, welcher ein kleines Gewicht p trägt, durch welches das Haar beständig gespannt erhalten wird. An der Achse der Rolle ist ein Zeiger befestigt, welcher an einem Gradbogen hin- und hergeht, wenn die Rolle nach der einen oder andern Seite gedreht wird. Bei feuchter Luft absorbirt das Haar Wasserdampf, es verlängert sich und die Spitze des Zeigers geht abwärts. In trockener Luft verkürzt sich das Haar, und die Spitze des Zeigers geht in die Höhe. Der Punkt der Skala, in welchem sich der Zeiger einstellt, wenn sich das Instrument in absolut trockener Luft befindet, wird mit o, derjenige dagegen, in welchem er sich in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft einstellt, wird mit 100 bezeichnet und der Zwischenraum in 100 gleiche Theile getheilt.

Mit Hülfe dieser Instrumente hat man gefunden, daß im Sommer durchschnittlich der Wassergehalt der untern Luftschichten bei Sonnenaufgang am geringsten ist. Er nimmt dann rasch zu bis 9 Uhr morgens, wo er wieder zu sinken beginnt, weil ein aufsteigender Luftstrom nun den Wasserdampf in die Höhe führt, und zwar dauert das Sinken bis gegen 4 Uhr nachmittags. Um 9 Uhr abends erreicht der Wassergehalt der Luft ein zweites Maximum, um dann bis Sonnenaufgang zu sinken.

Im Winter findet nur ein Maximum des Wassergehalts, und zwar um 2 Uhr nachmittags statt, während das Minimum des Wassergehalts auf die Zeit des Sonnenaufgangs fällt.

Wir sagen die Luft sei trocken, wenn das Wasser rasch verdunstet, wir nennen sie feucht, wenn befeuchtete Gegenstände langsam trocknen. Feucht nennen wir also die Luft, wenn sie ihrem Sättigungspunkte nahe, trocken dagegen, wenn ihr Wassergehalt weit vom Sättigungspunkte entfernt ist. An einem heißen Sommertage kann sehr viel Wasserdampf in der Luft enthalten sein, und wir nennen sie doch trocken, weil sie bei der herrschenden Temperatur noch weit mehr aufnehmen könnte. An einem Wintertag enthält die Luft weit weniger Wasserdampf, wir nennen sie aber doch feucht, weil sie ihrem Sättigungspunkte nahe ist. In diesem Sinne ist die Luft zur Zeit des Sonnenaufgangs am feuchtesten, obgleich der absolute Wassergehalt derselben zu dieser Zeit am geringsten ist.

Wird die Luft noch unter die Temperatur erkaltet, für welche sie mit Wasserdampf gesättigt ist, also noch unterhalb ihres Thaupunktes, so muß ein Theil ihres Wasserdampfes als Wasser ausgeschieden werden. Bringt man an einem heißen Sommertage eine mit Wasser gefüllte Flasche, welche in einem kalten Keller gestanden hat, ins Freie, so wird sie sich ringsum mit feinen Wassertröpfchen überziehen, sie wird sich beschlagen. Die mit der Flasche zunächst in Berührung kommenden Luftschichten werden so weit erkaltet, daß

sie einen Theil ihres Wassergehalts in Thauform an den kalten Körper absetzen müssen. So entsteht der Thau auf einer Wiese, wenn in einer heitern windstillen Nacht das Gras durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltet und seine niedrige Temperatur auch den untern mit Wasserdampf beladenen Luftschichten mittheilt. Reif entsteht, wenn die Temperatur des Körpers, an welchen sich der condensirte Wasserdampf ansetzt, unter den Gefrierpunkt erkaltet ist.

Wenn die Verdichtung der Wasserdämpfe nicht durch Berührung mit kalten Körpern, sondern durch die ganze Masse der Luft hindurch vor sich geht, so entstehen Nebel. Frei in der Luft schwebende Nebel werden Wolken genannt. Unter den unendlich mannichfaltigen Gestalten der Wolken hat man folgende Hauptformen unterschieden:

1) Die Federwolke, cirrus, besteht aus zarten locken- oder federartigen Fasern. In Fig. 9, Taf. 15, welche die wichtigsten Wolkenformen darstellt, sieht man die Federwolken in der Ecke oben rechts, bis herunter wo die zwei Vögel schweben.

2) Die Haufenwolke, cumulus, welche in unserer Figur gerade unter der Federwolke gezeichnet ist, bildet große halbkugelförmige Massen, welche auf horizontaler Basis zu ruhen scheinen. Diese Wolken zeigen sich vorzugsweise im Sommer; manchmal thürmen sie sich zu malerischen Gruppen auf und bieten dann von der Sonne beschienen den Anblick ferner Schneegebirge.

3) Die Schichtwolken, stratus, sind horizontale Wolkenstreifen, in unserer Figur unter dem cumulus, welche vorzugsweise bei Sonnenuntergang mit großer Farbenpracht erscheinen.

Diese Grundformen gehen auf mannichfaltige Weise ineinander über; solche Uebergangsformen werden als cirro-cumulus, cirro-stratus und cumulo-stratus bezeichnet. Wenn die Haufenwolken dichter werden, so gehen sie in die streifigen Haufenwolken über, welche oft den ganzen Horizont mit einem blauschwarzen Farbenton überziehen und endlich in die eigentliche Regenwolke, nimbus (in Fig. 9 links), übergehen.

Wenn durch fortwährende Condensation von Wasserdämpfen die einzelnen Nebelbläschen größer und schwerer werden, wenn endlich einzelne Bläschen sich nähern und zusammenfließen, so bilden sie Wassertropfen, welche nun als Regen herabfallen.

Die Instrumente, welche dazu dienen, die Regenmenge zu messen, werden Ombrometer, Regenmesser genannt. Taf. 16, Fig. 24 stellt einen Regenmesser der einfachsten Art dar. Der Regen fällt in das Blechgefäß, dessen obere freie Oeffnung einen Flächeninhalt von 500 Quadratcentimetern hat. Aus diesem fällt das Wasser durch eine Oeffnung von 1 Centimeter Durchmesser in ein Reservoir, aus welchem es jeden Tag um 2 Uhr nachmittags durch einen Hahn abgelassen und in dem graduirten Glascylinder, Fig. 25, aufgefangen wird. Die Theilung des Glascylinders ist so eingerichtet, daß man an derselben ablesen kann, wie hoch mittels der im Laufe der letzten 24 Stunden gefallenen Regenmenge eine Fläche von 500 Quadratcentimetern bedeckt worden wäre. In diesem Sinne beträgt die jährliche Regenmenge zu

Lissabon	25	pariser	Zoll.
Dover	44	„	„
London	23	„	„
Paris	21	„	„
Regensburg . .	21	„	„
Bergen	83	„	„
Petersburg . . .	17	„	„
Rom	29	„	„

In England, auf den Westküsten von Frankreich, in den Niederlanden und in Norwegen herrschen Herbstregen, in Deutschland, den westrheinischen Staaten, den, Dänemark und Schweden, herrschen die Sommerregen vor. Die Sommerregen fehlen fast im südöstlichen Frankreich, Italien, dem südlichen Spanien und Portugal u. s. w.

Die Anzahl der Regentage nimmt in Europa von Süden nach Norden zu. Im Durchschnitt kommen auf das Jahr

im südlichen Europa	120	Regentage
„ mittlern „	146	„
„ nördlichen „	180	„

Wenn im nördlichen Europa die Zahl der Regentage zunimmt, so nimmt dagegen die Intensität des Regens ab.

In den Tropen ist die Regenmenge im allgemeinen sehr bedeutend. Sie beträgt zu

Bombay	74 Zoll	Rio de Janeiro .	[illegible]
Kandi	69 „	San-Domingo .	[illegible]
Sierra-Leona .	81 „	Havana	[illegible]

In denjenigen Ländern, welche in der Region der Passate liegen, treten periodische Regen auf. In der trockenen Jahreszeit, während die Sonne auf der südlichen Hemisphäre steht, ist der Himmel meist heiter und es regnet selten; die Regenzeit tritt ein, wenn sich die Sonne dem Zenith nähert. In der Mitte der Regenzeit regnet es von 9 Uhr morgens bis 4 Uhr nachmittags, des Nachts aber ist der Himmel heiter. Zu Anfang und gegen Ende der Regenzeit wird die Zeit des Tags, in welcher es regnet, immer kürzer. Diese Regenschauer sind meist von Blitzen und Donner begleitet.

An der steilen Westküste von Vorderindien (Malabar) fällt die Regenzeit mit der Zeit unsers Sommers zusammen, während auf der Ostküste (Koromandel) die Regenzeit mit unserm Winter zusammenfällt.

In der Region der Calmen finden fast täglich heftigsten Regengüsse statt. Die Sonne geht fast immer bei heiterm Himmel auf, gegen Mittag bilden sich einzelne Wolken, welche immer dichter werden, bis ihnen endlich unter heftigen Windstößen und elektrischen Entladungen eine ungeheuere Regenmenge entstürzt. Gegen Abend zerstreut sich das Gewölk, und die Sonne geht meist bei heiterm Himmel unter.

Die Karte Taf. 14, Fig. 3 soll dazu dienen, ein Bild von der Vertheilung des Regens auf der Erdoberfläche zu geben, und zwar ist die Schattirung um so dunkler, je größer die Regenmenge des entsprechenden Ortes ist.

Bei niedriger Temperatur geht der Regen in Schnee über. Wenn bei ruhiger Luft spärliche Schneeflocken fallen, so zeigen dieselben überraschend regelmäßige Krystallformen. Fig. 9—12 auf Taf. 14 zeigen einige der häufigsten Formen der Schneekrystalle, aus denen man ersieht, daß sie sich im wesentlichen auf den sechsseitigen Stern zurückführen lassen, wonach also die Schneekrystallchen dem hexagonalen Krystallsystem (dem System des Bergkrystalls) angehören.

Die Graupelkörner sind gewissermaßen Zwischenformen zwischen Schneebällchen, sie bestehen aus zusammengeballten Eisnädelchen.

Die Hagelkörner sind meist weit größer als die Graupelkörner. Sie bestehen aus durchsichtigem, strahlig gebildetem Eise, in dessen Mitte sich ein undurchsichtiges Graupelkorn befindet. Die Bildung der Hagelkörner ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, daß die Graupelkörner durch eine sehr hohe und dichte Schicht

urchfallen, deren Bläschendampf, ohne seinen flüssigen
nd zu verlieren, weit unter 0° erkaltet ist. Wird
die Erstarrung durch die Graupelkörner einge-
, so erfolgt sie so massenhaft, daß sich die Graupel-
r mit einer dicken Eisschicht überziehen.

Die atmosphärischen Lichterscheinungen.

o durchsichtig die Luft auch im Vergleich zu allen
n und flüssigen Stoffen sein mag, so ist sie doch
swegs vollkommen durchsichtig, was schon daraus
orgeht, daß alle fernern Gegenstände, namentlich
entfernte Gebirge mit einem zarten blauen Schleier
zogen scheinen (Luftperspective). Um die Größe
Lichtabsorption in der Atmosphäre zu messen, hat
issure eine Vorrichtung construirt, welche er Dia-
nometer nannte. Es besteht aus zwei weißen
eiben a und b Fig. 14, Taf. 16, deren größere
uß im Durchmesser hat, während der Durchmesser
kleinern zwölfmal kleiner ist. In der Mitte der
rn ist ein schwarzer Kreis von 2 Fuß Durchmesser,
der letztern ist ein schwarzer Kreis von zwölfmal
erm Durchmesser aufgesetzt. Beide Scheiben werden
nebeneinander aufgestellt. Man wird sich nun auf
Strecke e entfernen müssen, damit der kleine schwarze
s auf der Scheibe b aufhört sichtbar zu sein; da-
aber der größere schwarze Kreis auf der Scheibe
erschwindet, muß man sich um eine weit größere
ecke E entfernen. Wäre die Luft vollkommen durch-
ig, so müßte offenbar E = 12 e sein. In der
t aber findet man, daß E < 12 e, und zwar um
kleiner als die Luft weniger durchsichtig ist. Bei
m in der Nähe von Zürich angestellten Versuch
o man E = 10,3 e. In der Nähe des Monte-
a, bei einer Höhe von 12000 Fuß über dem Meere,
o man E = 11,9 e. In der Höhe ist also die
t weit durchsichtiger als in der Tiefe. Uebrigens
ert sich die Durchsichtigkeit der Luft an einem und
selben Orte von einem Tag zum andern, wie auch
dem veränderten Ansehen der Landschaft hervor-
.

Die unvollkommene Durchsichtigkeit der Luft hat
in ihren Grund, daß die Lufttheilchen selbst, sowie
in der Luft schwebenden Nebelbläschen, Staub-
ilchen u. s. w. das sie treffende Licht zum Theil
ectiren. Von dieser Reflexion rührt aber auch die
emeine Tageshelle her, vermöge deren bei Tage
h noch im Schatten eine bedeutende Helligkeit
rscht. Bei unbewölktem Himmel erscheint uns der
nmel hellblau, weil alle Theilchen der Luft Licht
zwar vorzugsweise blaues Licht reflectiren. Wäre
Luft vollkommen durchsichtig, so könnte sie kein
ht reflectiren, im Schatten müßte absolute Dunkel-
t herrschen und das Himmelsgewölbe könnte uns
ht blau, es müßte uns vollkommen schwarz er-
einen.

Damit hängt auch die Dämmerung zusammen.
ch dem Untergang der Sonne bleibt es noch eine
it lang ziemlich hell, weil wir noch reflectirtes Licht
n westlichen Himmel empfangen.
Ein Lichtstrahl erleidet sowol beim Uebergang aus
em luftleeren in einen lufterfüllten, als auch beim
bergang aus einem Raum, der mit verdünnterer
ft gefüllt ist, in einen solchen, welcher verdichtetere
ft enthält, eine Ablenkung in der Art, daß er dem
nfallslothe genähert wird. Daraus folgt nun auch,
ß das Licht der Sterne nicht in gerader Linie zu
s kommen kann, da es die gegen die Erdoberfläche
immer dichter werdende Atmosphäre durchlaufen
muß. Aus dem luftleeren Weltraum in die oberste äußerst verdünnte Luftschicht eindringend, wird der vom Stern s, Fig. 15, Taf. 16, kommende Lichtstrahl sf etwas von seiner Richtung abgelenkt, und zwar so, daß er den Verticalen etwas genähert wird. In jeder folgenden tiefern und deshalb dichtern Luftschicht wird er in diesem Sinne noch weiter abgelenkt, so daß er den Weg sfedcba beschreibt. Ein in a befindliches Auge erblickt also den Stern in der Richtung abs′, der Stern erscheint also durch die atmosphärische Refraction gehoben. Die scheinbare Hebung des Sterns durch die atmosphärische Refraction ist natürlich um so größer, je größer die Zenithdistanz des Sterns ist, sie beträgt 48,9″ für eine Zenithdistanz von 40°, und 5′ 19″ für eine Zenithdistanz von 80° u. s. w.

Es kommt häufig vor, daß die Temperatur der untern Luftschichten vom Boden aus nach oben bis zu einer gewissen Höhe hin wächst und daß dann erst bei fortwährendem Steigen ein Sinken der Temperatur eintritt. In solchen Fällen muß natürlich die Dichtigkeit der Luft vom Boden aus nach oben sehr rasch abnehmen, wodurch dann eine merkliche Refraction schon in den untern Luftschichten bedingt ist. Es sei z. B. a Fig. 16, Taf. 16, ein Ort, welcher sich in geringer Höhe über einer Ebene oder über dem Spiegel eines größern Gewässers befindet, t ein etwas tiefer liegender Ort, so wird, wenn die Dichtigkeit der Luft von der Ebene aus nach oben sehr rasch abnimmt, ein Lichtstrahl von t aus nicht in gerader Linie nach a gelangen können, sondern die von t nach a gelangenden Strahlen müssen den Weg der in der Figur verzeichneten krummen Linie tca zurücklegen, von a aus wird man also den Thurm t nach der Richtung at′ hin sehen, er scheint uns also höher zu liegen, als es in der That der Fall ist.

Solche durch ungewöhnliche atmosphärische Refraction veranlaßte Hebungen werden mit dem Namen der Kimmung bezeichnet. Wenn man von Ramsgate aus mit dem Fernrohre nach Dover hinschaut, so erblickt man bei schönem Wetter die Spitzen der vier höchsten Thürme des Schlosses; der Rest des Gebäudes ist hinter einem Bergrücken verborgen. Manchmal aber wird durch die Kimmung das ganze Schloß bis zum Boden sichtbar. Von Konstanz aus sieht man öfters mit einem kleinen Handfernrohr Schiffe, welche so weit entfernt sind, daß sie unter gewöhnlichen Umständen in oder noch hinter dem normalen Wasserhorizonte erscheinen würden, durch Kimmung so gehoben, wie es Fig. 17, Taf. 16, darstellt, sodaß nicht allein das ganze Schiff, sondern auch noch sein Spiegelbild im Wasser sichtbar wird.

In diese Kategorie gehört auch die Erscheinung der Fata-Morgana, welche man oft an den Küsten Calabriens und Siciliens wahrnimmt. Die durch Kimmung gehobenen Gegenstände erscheinen oft nicht allein verzerrt, sondern auch in steter Bewegung, was ohne Zweifel daher rührt, daß die Dichtigkeit der Luftschichten unregelmäßig vertheilt und einem steten Wechsel unterworfen ist.

Während die Kimmung dadurch hervorgebracht wird, daß die Dichtigkeit der Luft von unten nach oben außergewöhnlich rasch abnimmt, beruht die unter dem Namen der Luftspiegelung bekannte Erscheinung darauf, daß die auf dem Boden unmittelbar aufliegenden Luftschichten bedeutend heißer und weniger dicht sind als die höhern. Bei starker Sonnenhitze und ruhiger Luft ist es nämlich möglich, daß die untern vom heißen Boden erhitzten Luftschichten trotz ihres geringern specifischen Gewichts nicht in die Höhe steigen, sondern ruhig auf dem Boden ausge-

breitet bleiben. Es sei nun ab Fig. 18, Taf. 16, der horizontale Boden, h irgendein erhabener Punkt, so ist klar, daß das Auge bei p zunächst ein directes Bild von h in der Richtung ph sieht. Unter den Strahlen, welche h aussendet, sind aber auch solche, welche, den Weg hilmnp verfolgend und also in der Richtung zp ins Auge gelangend, ein verkehrtes Bild des Gegenstandes geben. In der That wird der Strahl hi, wenn er auf eine tiefere, weniger dichte Luftschicht trifft, so gebrochen, daß er sich von dem verticalen Einfallslothe entfernt; ebenso wird er sich wieder vom Einfallslothe entfernen, wenn er auf die nächsttiefere, abermals weniger dichte Luftschicht trifft u. s. w. So wird denn die Richtung der Strahlen immer schräger, bis sie endlich fast horizontal in die nächst tiefere und dünnere Schicht nicht mehr eintreten können, sondern eine totale Reflexion erfahren, um endlich in der Richtung np ins Auge zu gelangen.

Die Erscheinung der Luftspiegelung wird in Aegypten und Abessinien häufig beobachtet, wenn der ebene Boden der weiten Thäler durch die glühenden Sonnenstrahlen erhitzt ist. Da der Beobachter außer dem directen auch noch ein Spiegelbild aller erhöhten Gegenstände, der Dörfer, Bäume u. s. w. sieht, so hat er den Eindruck, als ob hier ein See vorhanden wäre. Für die Soldaten der französischen Expedition nach Aegypten war dies eine furchtbare Täuschung, wenn sie durch forcirte Märsche und die Sonnenhitze ermüdet, einen See zu sehen glaubten, dessen Ufer bei ihrer Annäherung immer wieder zurückwichen.

Eine der bekanntesten atmosphärischen Lichterscheinungen ist der Regenbogen, welcher bekanntlich beobachtet wird, wenn man eine regnende Wolke vor sich und die Sonne hinter sich hat. Bei vollem Sonnenschein und hinlänglich starkem Regen sieht man zwei concentrische Regenbogen, einen lichtstärkern innern und einen lichtschwächern äußern. Der Regenbogen ist ein kreisförmiges Farbenband, in welchem die prismatischen Farben in radialer Richtung aufeinanderfolgen, und zwar liegt beim innern Regenbogen das Roth nach außen, beim äußern dagegen liegt das Roth nach innen.

Für den innern Regenbogen beträgt der Radius des rothen Ringes 42° 30′, der des violetten aber nur 40° 30′, die Breite des innern Regenbogens ist demnach ungefähr 2 Grad. Für den äußern Regenbogen beträgt der Radius des rothen Ringes 50°, der des violetten $53\frac{1}{2}$°, die Breite des äußern Regenbogens ist demnach ungefähr $3\frac{1}{2}$°. Der Zwischenraum zwischen den beiden Regenbogen beträgt ungefähr $7\frac{1}{2}$°.

Der innere Regenbogen wird durch Sonnenstrahlen gebildet, welche den Tropfen nach einmaliger innerer Spiegelung verlassen, wie man Taf. 15, Fig. 10 sieht, während der äußere Regenbogen seine Entstehung solchen Strahlen verdankt, welche, wie dieselbe Figur zeigt, den Tropfen nach zweimaliger innerer Spiegelung verlassen.

Die Gesammtheit der Sonnenstrahlen, welche als ein paralleles Bündel auf einen Regentropfen fällt, wird nach einmaliger innerer Spiegelung den Tropfen als ein divergirendes Strahlenbündel verlassen, weshalb schon in geringer Entfernung vom Tropfen der Lichteindruck der vom Tropfen kommenden Strahlen ein verschwindend kleiner sein wird. Nur solche Strahlen können einen merklichen Eindruck hervorbringen, für welche die Divergenz ein Minimum ist, welche also nahezu parallel austreten, und das sind diejenigen Strahlen, welche unter allen austretenden mit den einfallenden Strahlen den kleinsten Winkel machen. Dieses Minimum der Ablenkung SVO, Fig. 10, beträgt für rothe Strahlen 42° 30′. Da nun aber den OP mit SV parallel ist VOP = SVO, so muß uns der rothe Ring des innern Regenbogens unter einem Winkel von 42° 30′ erscheinen. Eine ähnliche Betrachtung zeigt auch, warum uns der rothe Ring des äußern Regenbogens unter einem Winkel von 50° erscheint u. s. w.

Wenn der sonst heitere Himmel mit einem leichten Schleier überzogen ist, so sieht man manchmal die Sonne, häufiger aber den Mond mit einem kreisförmigen Ringe von ungefähr 23° Radius umgeben, ungefähr wie es Fig. 19, Taf. 16, darstellt. Der Ring um den Mond erscheint ganz weiß, der um die Sonne schwach gefärbt, und zwar das Roth nach innen. Dieser Ring wird durch die Brechung der Sonnenstrahlen in Eisnädelchen erklärt, welche in der Luft schweben. Diese Eisnädelchen sind kleine sechsseitige Säulchen, an welchen immer je zwei nicht parallele und nicht zusammenstoßende Seitenflächen einen Winkel von 60° miteinander machen, die also gewissermaßen dreiseitige gleichseitige Prismen bilden, für welche das Minimum der Ablenkung ungefähr 23° beträgt. Solche Strahlen aber, welche in den Eisnadeln das Minimum der Ablenkung erfahren haben, sind den wirksamen Strahlen des Regenbogens analog.

Oft erscheint der erwähnte Lichtring von einem horizontalen lichten Streifen durchschnitten, welcher in gleicher Höhe mit der Sonne sich öfters bis zu dieser hin erstreckt. Dieser Streifen ist da am hellsten, wo er den Ring durchschneidet. Diese hellen Stellen, welche man zu beiden Seiten der Sonne, am Umfang des Ringes erblickt, sind die Nebensonnen. Die horizontalen Nebensonnenstreifen erklärt man durch die Reflexion der Sonnenstrahlen an den verticalen Flächen der Eisnadeln. Bisweilen erscheint im Gipfel des lichten Ringes noch ein heller Berührungsbogen, wie dies gleichfalls in Fig. 19 dargestellt ist.

Außer dem eben besprochenen Ringe von 23° Halbmesser erscheint die Sonne manchmal auch, wenn auch weit seltener, von einem Lichtringe umgeben, dessen Halbmesser 46° beträgt und welcher durch Lichtstrahlen erklärt wird, die in einem Eisprisma das Minimum der Ablenkung erfahren haben, dessen brechender Winkel 90° beträgt, also durch Eisprismen, deren eine brechende Fläche die gerade Endfläche, deren andere aber eine Säulenfläche ist.

Ganz andern Ursprungs als diese Lichtringe sind die Höfe, welche aus mehrern farbigen Ringen bestehen, welche unmittelbar um die Sonne oder den Mond wie eine Glorie herumliegen. Sie sind gleich dem Hofe, welchen man erblickt, wenn man durch eine mit semen lycopodii dünn bestreute Glasplatte nach einer Kerzenflamme schaut, ein Beugungsphänomen. Am prachtvollsten erscheinen die Farben dieser Ringe, wenn sie nicht den Mond oder die Sonne selbst, sondern wenn sie den Schatten umgeben, welchen der Kopf des Beobachters, der die Sonne im Rücken hat, auf eine vor ihm befindliche Nebelwand wirft, wie man dies in gebirgigen Gegenden öfters zu beobachten Gelegenheit hat. Taf. 16, Fig. 20 ist diese Erscheinung dargestellt. Der oft riesenhaft erscheinende Schatten des Beobachters wird als Nebelbild, öfters auch als Brockengespenst bezeichnet. Jeder Beobachter kann nur seinen eigenen mit der Glorie umgebenen Schatten, nicht den anderer sehen. Daß uns dieser Schatten, welcher nicht größer sein kann als der Beobachter selbst, riesenhaft erscheint, ist nur eine optische Täuschung.

Die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre.

Der erste elektrische Funke, welcher beobachtet wurde, rd auch alsbald mit dem Blitz verglichen und be-ndete die Ansicht, daß der Blitz ein elektrisches änomen sei; diese Ansicht ward noch bestärkt, als n mit Hülfe der Leydener Flasche kräftige Funken eugen konnte.

Nachdem Franklin die elektrische Wirkung der pitzen kennen gelernt hatte, sprach er sich dahin aus, ß man versuchen müsse, mit Hülfe metallischer Spitzen e Elektricität der Gewitterwolken gleichsam herabzu-hen. Diese Idee wurde, ehe Franklin selbst der-tige Versuche anstellte, von Dalibard in der Nähe n Paris ausgeführt (1752). Er ließ eine Hütte nen, auf welcher eine 40 Fuß hohe Eisenstange auf-setzt wurde, deren unteres isolirtes Ende in die Hütte neinragte. Als eine Gewitterwolke über der Hütte nzog, ließen sich aus dem isolirten Ende Funken hen und eine elektrische Batterie laden.

Den gleichen Erfolg erhielt Franklin mittels eines it einer metallenen Spitze versehenen Drachens, nach-m die Schnur durch Regen feucht und dadurch leitend macht worden war. De Romas erzielte am untern nde der Drachenschnur 10 Fuß lange Funken, nach-m er auf den glücklichen Gedanken gekommen war, nen seinen Metalldraht ihrer ganzen Länge nach in e Schnur einzulegen.

Mit Hülfe eines Sammelapparates von der Art-ie ihn Dalibard construirt hatte, kann man nun ichweisen, daß die Gewitterwolken bald mit positiver, ld mit negativer Elektricität geladen sind. Eine ektrische Wolke wirkt aber vertheilend nicht nur auf nachbarte Wolken, sondern auch auf die Erdober-äche, und häuft namentlich in allen in die Höhe ragen-n Gegenständen die ihr entgegengesetzte Elektricität n. Hat diese Anhäufung eine gewisse Grenze erreicht, erfolgt eine Entladung in Form eines Blitzes, wel-er entweder von der Wolke zu einem Gegenstand uf der Erdoberfläche, oder von einer Wolke zu einer enachbarten überschlägt.

Um das Einschlagen des Blitzes zu verhindern, con-truirte Franklin den Blitzableiter. Das zu hützende Gebäude wird mit einer dasselbe überragen-en metallenen Spitze versehen, von welcher aus eine eist eiserne Leitung bis in den feuchten Boden hin-bgeht. Mit dieser Leitung müssen alle bedeutenden Metallmassen des Gebäudes, namentlich auch die Wasser-innen, in leitende Verbindung gesetzt werden. Wenn ine elektrische Wolke über dem Blitzableiter schwebt, wird die gleichnamige abgestoßene Elektricität durch ie metallische Leitung in den Boden entweichen, wäh-end die von der Wolke angezogene, ihr entgegen-setzte Elektricität der Spitze zuwandert, um hier be-ständig auszuströmen, wodurch eine Anhäufung der Elektricität im Hause, und also auch ein Ueberschlagen des Blitzes verhindert wird. Sollte aber dennoch ein Einschlagen des Blitzes eintreten, so folgt er der Leitung bis in den Boden, ohne daß das Gebäude beschädigt wird.

Damit der Blitzableiter seinen Zweck gehörig erfülle, muß die Auffangstange oben gehörig zugespitzt sein, vor allen Dingen aber darf die Leitung von der Spitze bis in den Boden nirgends unterbrochen sein, denn an einer solchen Unterbrechungsstelle könnten elektrische Schläge erfolgen, selbst wenn kein Blitz von oben die Auffangstange trifft. Ein Blitzableiter mit unterbrochener Leitung ist für ein Haus gefährlicher als der gänzliche Mangel eines Blitzableiters.

Taf. 16, Fig. 26 ist die Spitze eines Blitzableiters dargestellt, wie dieselben in Frankreich ausgeführt werden. Auf eine eiserne Stange ist zunächst ein messingener Konus aufgesetzt, in dessen obem Ende eine Platinspitze eingeschraubt ist. In Deutschland wird die eiserne Spitze des Blitzableiters vergoldet, um das Rosten derselben zu verhüten.

Der Blitzschlag bringt in großem Maßstabe dieselben Wirkungen hervor, welche man beim Entladungsschlag der Leydener Flasche im kleinen beobachtet. Er schmelzt Metalle, zerreißt schlechtleitende Körper, entzündet brennbare und tödtet die getroffenen Thiere. Dem Knall, welcher den Entladungsschlag der Leydener Flasche begleitet, entspricht der Donner, dessen Rollen nur daher rührt, daß bei der meist bedeutenden Länge des Blitzes die einzelnen Partien desselben in verschiedener Entfernung vom Beobachter liegen, der Schall also ungleiche Zeit braucht, um sein Ohr zu erreichen.

Zu den interessantesten Wirkungen des Blitzschlags gehören die Blitzröhren, welche bei einem äußern Durchmesser von 2—5 Centimeter oft eine Länge von 8—10 Meter haben. Ihre innere Fläche ist vollkommen verglast, die äußere bildet eine mit zusammengebackenen Sandkörnern bedeckte Kruste. Sie entstehen, wenn der Blitz durch eine Sandschicht hindurchschlägt, unter welcher sich in einiger Tiefe unter der Oberfläche eine stagnirende Wasserschicht befindet. Taf. 16, Fig. 27 stellt ein Stück einer solchen Blitzröhre in natürlicher Größe dar.

Elektrische Ladungen zeigen sich aber nicht nur, wenn Gewitterwolken am Himmel sind, sondern selbst, wenn auch schwach, bei heiterm Himmel. Um diese Luftelektricität nachzuweisen, wandte Volta das Taf. 16, Fig. 28 erläuterte Verfahren an. In der einen Hand hielt er einen isolirenden Stab, welcher oben mit einer Metallspitze versehen war, von welcher ein dünner Metalldraht zu der innern Belegung einer kleinen Leydener Flasche herabführt, deren äußere Belegung der Beobachter in der andern Hand hält. Wird der isolirende Stab nur kurze Zeit in die Höhe gehalten, wie die Figur zeigt, so nimmt die Flasche eine elektrische Ladung an, welche man leicht mittels eines Elektrometers prüfen kann. Mittels des eben beschriebenen Apparates hat man nachgewiesen, daß bei heiterm unbewölkten Himmel die Luftelektricität stets positiv ist. Sehr stark wird die Luftelektricität bei Nebeln.

Die magnetischen Erscheinungen der Erdoberfläche sind zum größten Theil schon im Text zur physikalischen Abtheilung des „Bilder-Atlas" besprochen worden, weil die Lehre vom Magnetismus ohne Berücksichtigung des Erdmagnetismus gar nicht entwickelt werden kann. Es bleibt deshalb hier nur noch die Besprechung des mit dem Erdmagnetismus in innigster Beziehung stehenden Nordlichts übrig.

Taf. 15, Fig. 12 stellt ein Nordlicht dar, wie es bei uns gewöhnlich beobachtet wird, wenn es seine volle Ausbildung erreicht. Es erscheint dann als ein lichter, verwaschener Bogen, aus welchem grünlich oder röthlich leuchtende Strahlen in die Höhe schießen, welche meist mit einer von West nach Ost gerichteten Bewegung behaftet sind. Der Gipfel des Lichtbogens steht immer nahezu in der Richtung des magnetischen Meridians.

In höhern Breiten steigen die Nordlichter schon hoch über den Horizont herauf, ja sie erreichen das Zenith und gehen selbst über dasselbe hinaus und

bilden dann die sogenannte Krone. Im hohen Norden erscheint das Nordlicht oft als ein langes Strahlenband (Fig. 11,), welches sich windet und biegt, wie eine vom Winde bewegte Fahne. — Aehnliche Erscheinungen sind von den Seefahrern in den Polargegenden der südlichen Hemisphären beobachtet worden; man kann sie Südlichter nennen und das Phänomen der beiden Hemisphären unter dem Namen des Polarlichts zusammenfassen.

Der Umstand, daß die Polarlichter stets in der Richtung des magnetischen Meridians geschen und daß ihr Erscheinen von einem starken Schw der Declinationsnadel begleitet ist, beweist, daß dem Erdmagnetismus in Beziehung stehen, welch Humboldt als magnetische Gewitter bez net hat.

Die Polarlichter rühren offenbar von einer Nähe der magnetischen Pole durch die höhern dünnten Luftregionen hindurch stattfindenden elek Ausströmung her.

Anatomie.

Bearbeitet

von

Bernhard Hermann Obst,
Doctor der Medicin.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
Geschichtliche Skizze der Entwickelung der Anatomie	6
Bestandtheile des menschlichen Körpers	7
Die Zelle	7
Gewebe	8
1. Bindegewebsarten	9
2. Horngewebe	11
3. Knochensystem	12
4. Muskelsystem	15
5. Gefäßsystem	17
6. Nervensystem	19
7. Hautsystem	
8. Drüsensystem	
Specielle Anatomie.	
Knochenlehre (Tafel 1 bis 4)	
Bänder (Tafel 5)	
Topographische Anatomie.	
Kopf und Hals (Tafel 6)	
Rumpf (Tafel 7)	
Thorax (Tafel 8 und 9)	
Unterleib (Tafel 10 bis 12)	
Obere Extremitäten (Tafel 13)	
Untere Extremitäten (Tafel 14 und 15)	

Einleitung.

Anatomie (Anatomia) im weitesten Sinne des rtes ist diejenige Wissenschaft, welche uns mit lfe des Zerschneidens und anderer technischer Mittel einzelnen Theile eines Organismus kennen lehrt. c Name ist von dem griechischen Worte ἀνατέμνειν ildet, welches zerschneiden bedeutet.

Je nach der Art des Organismus, ob Pflanze oder ier, zerfällt die Anatomie in eine Pflanzen- und ieranatomie (Phyto- und Zootomia). Von terer ist wiederum die Anatomie des Menschen ithropotomia) ein besonderer Theil, und versteht n unter dem Namen „Anatomie" schlechthin nur e.

Während der Wortlaut nur eins der vielen Mittel drückt, deren sich diese Wissenschaft zu Erreichung r Zwecke bedient, betrachtet die Anatomie die Form den Bau des menschlichen Körpers und seiner elnen Theile nicht nur in deren plastischer Erinung, sondern, indem sie auch deren Functionen Auge faßt, forscht sie zugleich nach den Zwecken, sucht die Beziehungen der einzelnen Organe zuinder und zum Ganzen zu ergründen, ebenso wie das Entstehen und Werden des Organismus mit merksamkeit verfolgt. Somit hat die Anatomie es t nur mit der todten Materie, sondern auch mit lebendig bewegten Körper, nicht nur mit räumen, sondern auch mit zeitlichen Verhältnissen zu n, und ist dadurch eine Verbündete der Physiologie der Entwickelungsgeschichte.

Außer der groben Zergliederung des Körpers durch sser und Schere verfolgt die Anatomie noch andere ere Wege, wobei ihr eine große Menge technischer tel zu Gebote stehen, sodaß selbst die dem bloßen ge nicht mehr wahrnehmbaren Theile zur Annung gelangen, ja schließlich macht sie sich selbst Chemie dienstbar und forscht nicht nur nach den m-, sondern auch nach den Mischungselementen. nach kann man also, in Ansehung der Mittel, deren ich bedient, die Anatomie in die Zergliederungsist schlechtweg, welche es mit den größern, auch freien Auge sichtbaren Theilen zu thun hat, in mikroskopische Anatomie, welche die dem unaffneten Auge nicht mehr wahrnehmbaren Formandtheile des Körpers berücksichtigt, und die Anopochemie, oder bei allgemeinerer Auffassung, in Zoochemie, welche die Mischungselemente des rischen Organismus und deren Verbindungen zu rschen hat, eintheilen.

Wenn wir den Zustand, in dem sich der Körper beet, ins Auge fassen, und sehen ob er gesund oder k ist, so werden je nachdem auch die Organe und Elemente, wenn auch nicht immer sichtbar, Modifionen an sich tragen, denen nachzuforschen gleichs Aufgabe der Anatomie ist. Hat die Anatomie mit dem Körper im gesunden Zustande zu thun, heißt sie normale oder wol auch physiologische atomie. Betrachtet sie jedoch die durch Krankten hervorgebrachten Veränderungen, so wird sie pathologische Anatomie genannt und steht als solche in demselben Verhältnisse zur Pathologie, der Krankheitslehre, wie die normale Anatomie zur Physiologie. Wie „Anatomie" schlechthin nur die Anatomie des Menschen bedeutet, so versteht man unter ihr ohne jeden weitern Zusatz auch nur die normale Anatomie des Menschen.

Je nach der Art und Weise nun, wie sich die normale Anatomie mit dem menschlichen Körper beschäftigt, unterscheidet man verschiedene Arten derselben. Geht sie darauf aus, die durch das Auge unmittelbar wahrnehmbaren Eigenschaften des Körpers und seiner Theile zu erforschen, die Form und Lage derselben und deren Verhältnisse zueinander festzustellen, und behandelt sie dabei die Organe in ihrer Zusammengehörigkeit nach Bildung und Function, indem sie Gleichartiges zu einem System vereinigt, während sie ungleichartige Apparate, sobald sie einem gemeinschaftlichen Zwecke dienen, als Ganzes zusammenfaßt, so nennt man sie beschreibende, specielle oder systematische Anatomie (Anatomia descriptiva, specialis oder systematica), alles Namen, welche den Gehalt dieses Zweigs nicht vollständig auszudrücken vermögen.

Die specielle Anatomie nun, welche Bezeichnung wir als die passendste festhalten wollen, zerfällt wieder in besondere Unterabtheilungen, je nach den Systemen und Apparaten, welche sie zur Darstellung bringt, sodaß wir für erstere eine Knochen-, Bänder-, Muskel-, Gefäß- und Nervenlehre haben, während die letztern unter den Eingeweiden und Sinneswerkzeugen abgehandelt werden.

Geht die Anatomie dagegen generalisirend zu Werke, indem sie die einzelnen Systeme und Apparate unter allgemeine Gesichtspunkte stellt, wobei sie namentlich den feinern Bau der Organe ins Auge faßt, die Formelemente aufsucht und sieht, wie dieselben zu Geweben sich vereinen und diese wiederum zu Systemen und Apparaten zusammensetzen, so heißt sie allgemeine Anatomie oder Gewebelehre, Histologie, vom Griechischen ἱστός oder auch ἱστίον, Gewebe. Da dieser Theil der Anatomie vorzugsweise mit dem Mikroskop arbeitet, wird er auch, freilich wenig bezeichnend für sein Wesen, mikroskopische Anatomie genannt. Als Gegensatz zu speciellen ist wol der passendste Ausdruck: „allgemeine Anatomie", und nur aus praktischen Gründen, wegen der Kürze, kann man dem Worte Histologie den Vorzug geben und dasselbe allgemein anwenden.

Faßt die specielle Anatomie die einzelnen Theile des menschlichen Körpers nicht nach deren Gleichartigkeit oder nach dem Endzwecke der Functionen als zu einem Systeme gehörig zusammen, sondern behandelt sie das räumliche Nebeneinandersein derselben, wie sie die plastische Form des Menschen zusammensetzen, so wird sie topographische Anatomie genannt, ein Zweig, der besonders praktischen Werth hat und namentlich für den Arzt von Bedeutung ist, da er durch sie in erster Linie die Anhaltepunkte erhält, inwieweit ein kranker Körper von der Norm abweicht. Da hier vorzugsweise der Chirurg in Betracht kommt, so wird sie auch chirurgische Anatomie genannt, welcher Aus-

druck jedoch mit Rücksicht darauf, daß auch der Arzt für innere Krankheit ihrer keineswegs entbehren kann, besser in angewandte Anatomie umzuwandeln wäre.

Da nun die äußere Erscheinung des Körpers das Resultat der Gruppirung aller Theile, sowol der innern wie der äußern ist, so leuchtet ein, daß eine genaue Kenntniß der äußern Gestalt des Menschenleibes auch zur Beurtheilung innerer Verhältnisse von hoher Bedeutung ist.

Betrachtet die Anatomie die Formen des Körpers von ihrer ästhetischen Seite, sucht sie dabei nach den die Schönheit der Gestalt bedingenden Ursachen, und gibt sie dadurch dem schaffenden Künstler Anhaltepunkte zur lebenswahren Darstellung des menschlichen Leibes, so wird sie plastische Anatomie genannt.

Hat die Anatomie, wie wir sie bisher ins Auge gefaßt, den Menschen als Repräsentanten der ganzen Gattung, „insofern der gemeinsame Charakter aller ihm gleichartigen Individuen an ihm sich darstellt", betrachtet, so kann sie ihn nun auch in seiner Individualisirung zu den einzelnen Völkerstämmen und deren Zweigen untersuchen, wodurch wir die Rassenanatomie erhalten. Weiter gehend in der Individualisirung kann sie dann ferner auch die einzelne Person sowie die Altersstufen des Menschen betrachten, doch sind diese Ableger zu beschränkt, um Stoff zu einer selbständigen Disciplin zu geben, und werden dieselben deshalb am zweckmäßigsten an geeigneter Stelle in die specielle Anatomie eingefügt.

Gehen wir noch einen Schritt weiter, lassen wir die Anatomie nicht nur den Menschen gleichsam monographisch behandeln, sondern denselben auch im Zusammenhange mit der übrigen organischen Schöpfung, speciell mit dem Thierreiche, betrachten; sehen wir, wie er sich von den übrigen Organismen unterscheidet und was alle miteinander verbindet, um dadurch gleichsam der der Schöpfung zu Grunde liegenden Idee nachzuspüren, so haben wir die vergleichende Anatomie, eine Wissenschaft, die zwar keine praktischen Zwecke verfolgt, aber dafür an sich einen höhern Werth durch die Beförderung der wissenschaftlichen Erkenntniß erhält.

Die Entwickelungsgeschichte oder Evolutionslehre, um diese noch schließlich zu erwähnen, betrachtet, wie wir schon oben angedeutet haben, den Körper nicht wie er ist, sondern wie er geworden, sie forscht nach Ursprung und Entstehung und verfolgt das allmähliche Werden vom ersten Keime bis zur höchsten Vollendung. Das Verständniß des Ganzen und die morphologische Bedeutung der einzelnen Theile wird erst durch sie vollkommen klar, indem sie uns zeigt, wie die Wandlungen vor sich gehen und wie oft das anscheinend Verschiedene eine gleiche Abstammung hat, sodaß wir erst durch sie den morphischen Werth eines Organes richtig beurtheilen lernen.

Geschichtliche Skizze der Entwickelung der Anatomie.

Erste Periode.

Eine heilige Scheu hat von jeher den Menschen, sobald er eine gewisse Stufe der Civilisation erreicht, abgehalten, sich an den irdischen Ueberresten seinesgleichen zu vergreifen, und wenn der Kannibalismus, einst weit verbreitet, aber auch jetzt noch hier und da in Blüte stehend, von diesem Zuge der menschlichen Natur keine Ahnung zu haben scheint, so ist dies dem Umstande zuzuschreiben, daß dieser durch stärkere Gewalt, den Hunger, unterdrückt wurde, als daß er selbst bei den rohesten Naturvölkern wenigstens im Keime vorhanden wäre, wenn auch Thier keine Spur davon verräth.

Wie viele Wissenschaften, so verliert sich auch Anatomie in das Gebiet der Sage. So soll der köpfige Gott Thoth bei den Aegyptern, dem Erfindung fast aller Wissenschaften zugeschrieben sechs Bücher über die Heilkunde verfaßt haben, die Anatomie, die Lehre von den Krankheiten, Anwendung der Arzneimittel und auch die Augenheiten behandelt haben sollen. So werden auch und später Serapis als heilkundige Götter genannt.

Die anatomischen Thatsachen, welche durch balsamiren der Leichen sich ergaben, und welche zufällig entdeckt wurden, kann man unmöglich wissenschaftlich hinstellen, da ihnen der innere sammenhang und eine planmäßige Entwickelung ging. „Erst als die Heilwissenschaft", sagt „sich mit der Anatomie verbunden und das Bedürfniß ihre nähere Bekanntschaft nachzuholen nahm sie den Charakter einer Wissenschaft an. Entwickelungsgang war, wie jener der Naturwissenschaften überhaupt, ein langsamer und öfters unterbrochener. Die Schwierigkeiten, die sich ihrem Gedeihen entgegenstellten, schienen unüberwindlich zu sein und um weniger im natürlichen Abscheu vor dem Theile der Wissenschaft — der Leiche, als in der Gewalt des Aberglaubens und des Vorurtheils. Selbst die religiösen Vorstellungen des Alterthums sprachen ein Verdammungsurtheil über sie aus."

Daß unter diesen Verhältnissen die Anatomie geringe Fortschritte machte, leuchtet ein, zumal man auch die Schwierigkeiten, welche das Studium derselben erfordert, mit in Betracht zieht. Was wir aus dem Alterthum besitzen, hat nicht viel mehr historischen Werth, der ewig gültigen Wahrheiten in demselben nur wenige aus Licht gefördert.

Als der erste, der ein anatomisches Werk geschrieben haben soll, wird von Galen Alkmäon, ein Schüler des Pythagoras, aus Kroton gebürtig und um v. Chr. Geburt lebend, genannt, der zu den deutendsten Gelehrten seines Fachs in der pythagoräischen Periode gerechnet wird. Den Kern seiner Lehre bildet die Annahme, daß das Gehirn der Sitz des Körper beherrschenden Seele sei, und daß demselben die Sinneswerkzeuge in Verbindung stehen, welche die von außen aufgenommenen Eindrücke besondere Gänge zu dem erstern leiteten.

Auch Anaxagoras aus Klazomenä, Empedokles von Agrigent und Demokritos der Abderite sollen sich mit der Zergliederungskunst beschäftigt haben, ohne daß etwas Näheres darüber mitgetheilt wird; nur von Demokritos heißt es, er sich vorzüglich mit der vergleichenden Anatomie beschäftigt habe, weshalb er auch von seinen Mitbürgern für irrsinnig gehalten worden sei.

Wie bedeutend auch Hippokrates, 460 bis v. Chr., als „Vater der Medicin" dasteht, obgleich ihm verschiedene anatomische Schriften, „Ueber die Natur der Knochen", „Ueber Drüsen" u. a. zugeschrieben wurden, die sich jedoch als von andern Autoren herrührend erwiesen haben, so läßt sich nicht mit Bestimmtheit festsetzen, inwieweit er sich der Anatomie befaßt hat. Nur mit den Gefäßen scheint er näher bekannt gewesen zu sein, obwol auch von den Gefäßen einige, wenn auch nur sehr wenige Kenntnisse gehabt hat.

Gleichwie auf den übrigen Gebieten des Wissens nimmt auch in der Anatomie Aristoteles (384 bis 322 v. Chr.) für seine Zeit die erste Stelle ein. Durch Zergliederung von Thieren hat er sich hauptsächlich die anatomischen Kenntnisse erworben, die auch in unserer Zeit von den Fachmännern als bewundernswerth anerkannt werden. Die einzelnen Organe, welche Aristoteles beschreibt, sind nur von Thieren genommen, wogegen er Anatomie am Menschen nicht getrieben zu haben scheint.

Nach Aristoteles ist das Herz das Centralorgan des Körpers, von welchem die pulsirenden Adern, welche das Blut den Organen zuführen, entspringen. Nach ihm verlieren sich alle Gefäße zuletzt in blinde Endigungen, sodaß er von einer Rückkehr des Blutes durch die Venen zum Herzen noch keine Idee hatte. Auch über das Athmen hat Aristoteles seine eigenen Gedanken, in welchen sich Wahres und Falsches innig vermischt. — Sehr mangelhaft sind seine Kenntnisse über das Nervensystem, von dem er nur Gehirn und Rückenmark kennt, während er von den eigentlichen Nerven keine Vorstellung hat.

Einmal wachgerufen, fand die Anatomie in der von Ptolemäus I. zu Alexandrien im Jahre 320 v. Chr. gestifteten medicinischen Schule eine bedeutende Förderung und gewaltigen Aufschwung, ja man kann sagen, daß auf diesem Gebiete die Leistungen der alexandrinischen Aerzte alles Frühere überragen. Der berühmteste derselben ist Herophilos aus Chalkedon, ein Schüler des Praxagoras und Chrysippos, der namentlich über Gehirn und Nerven wichtige Entdeckungen gemacht hat. Zwar verwechselt auch er die letztern noch mit den Sehnen, doch erkannte er sie schon als die Organe der Empfindung und Bewegung. Einige Arbeiten desselben gehören sogar zu dem Glänzendsten, was das Alterthum auf diesem Gebiete hervorgebracht hat, so die Untersuchungen über das Auge und die Festsetzung der anatomischen Unterschiede von Arterien und Venen. Er sowol wie sein jüngerer Zeitgenosse Erasistratos sollen selbst lebende Verbrecher, die ihnen überliefert worden waren, secirt haben.

Nach Herophilos ist der schon erwähnte Erasistratos von Julis auf Keos zu nennen, der den ausschließlichen Ursprung der Nerven im Gehirn nachwies und die Unterscheidung der Empfindungs- und Bewegungsnerven festsetzte.

Ein weiteres Licht am medicinischen Himmel nach jener trüben Zeit ist Claudius Galenus, 131 n. Chr. zu Pergamus geboren, er machte zu Alexandria seine anatomischen Studien, wohin er gereist war, um ein vollständiges menschliches Skelet zu sehen. Seine Schriften haben sich eines Ansehens zu erfreuen gehabt, wie kaum jemals die eines andern Arztes, was er vorzüglich seinen Leistungen auf dem Gebiete der Anatomie verdankt, auf welchem er bis zum 15. Jahrhundert als Orakel gegolten hat, obgleich es wol feststeht, daß er niemals menschliche Leichen zergliedert hat, denn alle seine Beschreibungen passen besser zur Anatomie der Affen und Hunde, als zu der des Menschen, wiewol er sie als von demselben entlehnt angibt.

Besonders auf dem Gebiete der Nervenlehre hat Galen Bedeutendes geleistet, weniger werthvoll ist dagegen die Beschreibung der zusammengesetzten Organe des Körpers, unter welchen das Herz noch am besten behandelt ist.

Alle auf Galen folgenden Anatomen sind blinde Nachtreter desselben, bis auf Luigi Mondini, welcher zu Ende des 13. und zu Anfang des 14. Jahrhunderts als Professor an der berühmten medicinischen Schule zu Bologna wirkte. Durch ihn ward die in den Galen'schen Lehren verknöcherte Anatomie wieder neu belebt, indem er als der Erste wieder menschliche Leichen bei seinen Studien zur Verfügung hatte.

Nach seinen eigenen, wenn auch noch ziemlich mangelhaften Untersuchungen fertigte Mondini ein anatomisches Lehrbuch, das bis zum Ende des 15. Jahrhunderts im größten Ansehen stand, obgleich es noch ein gutes Theil der Irrthümer Galen's fortpflanzte und in denselben nicht wenig befangen war.

Es folgen nunmehr eine Reihe von Anatomen, die von keiner größern Bedeutung als Mondini sind. Alle folgen noch den Fußstapfen Galen's, der bis zu Anfang des 16. Jahrhunderts seine Herrschaft behauptete. Nur Einer wußte sich von den hergebrachten Ansichten einigermaßen zu emancipiren und selbständigere Wege zu gehen, wennschon der Einfluß Galen's auch bei ihm nicht zu verkennen ist. Es war Jacobus Sylvius. Als Professor der Anatomie zu Paris übte er einen großen Einfluß auf seine Schüler aus, doch konnte er es nicht verhindern, daß mit ihm die alte Galen'sche Anatomie zu Grabe getragen wurde. Er bildet den Schluß der ersten Periode unserer Wissenschaft, die lange genug ein lebloser Leichnam, vom Fortschritt unberührt geblieben war.

Zahlreiche Schüler verdanken ihre Ausbildung dem Wirken dieses Mannes, dessen nicht zu unterschätzendes Verdienst es gewesen ist, dieselben zum praktischen Zergliedern angehalten zu haben. Aus der großen Menge derselben ging auch der Reformator der Anatomie im 16. Jahrhundert hervor, durch dessen bahnbrechende Arbeiten die neue Aera eingeleitet wurde.

Zweite Periode.

Mit Andreas Vesalius bricht die Morgenröthe eines neuen Tags in der Anatomie an, der erste Lichtstrahl, der in das Dunkel einer langen, einförmigen Nacht fiel und nun mit einem male die undurchdringliche Finsterniß erhellte, sodaß neues Leben aller Orten entsproß und mächtig emporwuchs, welches von neuem nicht wieder ersterben, sondern zu einer Blüte gelangen sollte, die in unserm Jahrhunderte zur Frucht reifte. „In jener folgenreichen Zeit, in welcher der menschliche Geist die Fesseln einer geistlosen Scholastik zerbrach, erwachte auch mit Macht das Bewußtsein der Nothwendigkeit anatomischer Studien und hielt gegen Bann und Verfolgung siegreichen Stand. Die Wißbegierde warf sich mit dem Feuereifer des Enthusiasmus auf das noch brachliegende Feld der Anatomie. Lehrkanzeln erhoben sich in den bedeutendsten Städten Italiens, Frankreichs und Deutschlands, und ein edler Wetteifer spornte die Bekenner der Wissenschaft zu nimmer rastender Thätigkeit an. In den speculativen Wissenschaften, in Kunst und Poesie kann das Genie seine Zeit überflügeln —, in der Erfahrungswissenschaft bringt der ruhige Fleiß der Zeit, was der Gedankenflug nicht in Eile erreichen kann. Diese Zeit war nun für die Anatomie gekommen, und der große Mann, der sie brachte, war Andreas Vesalius, der Reformator der Anatomie."

Zu Brüssel im Jahre 1513, oder wie andere wollen, 1514 geboren, stammte er jedoch durch seine Vorfahren aus einer deutschen Stadt im Herzogthume Kleve, Wesel, weshalb auch die Familie ihren ursprünglichen Namen „Wittings" in „Wesele" oder „Wessele" umänderte.

Es war ein medicinisches Geschlecht, in dem der junge Andreas aufwuchs und in welchem der Riesen-

geist seine erste wissenschaftliche Nahrung erhielt. „Er studirte — wie es heißt — zu Löwen, und mußte, vieler Verfolgungen wegen, die ihm sein Eifer für die Anatomie zuzog, indem er nach seinem eigenen Geständniß die Kirchhöfe plünderte und die Leichname der Verbrecher von Galgen und Rad entwendete, sein Vaterland verlassen." Er begab sich nunmehr nach Montpellier und von da nach Paris, wo er Gelegenheit fand, den Unterricht des damals in der Anatomie so berühmten Jacobus Sylvius zu genießen, den er bald durch seine Kenntnisse wie durch sein Genie überflügelte, wodurch er sich dessen Haß und Feindschaft in nicht geringem Grade zuzog.

Es war ein bewegtes Leben, welches der größte Anatom seiner Zeit geführt hat. Gefeiert wie wenige und zu hohen Ehren gelangt, starb er, seines Glücks und Ruhms wegen von seinen Zeitgenossen auf das unwürdigste verkannt und gekränkt, nachdem er seine Handschriften verbrannt und sein Amt als Leibarzt Kaiser Karl's V. und seines Nachfolgers Philipp's II. niedergelegt, in seinem fünfzigsten Jahre, auf der Rückkehr von einer Pilgerfahrt nach Jerusalem, die er zur Sühne des Verbrechens, Anatom gewesen zu sein, unternehmen mußte, schiffbrüchig an der Küste der Insel Zante, wo sein Leichnam von einem Goldschmied erkannt und in der Kapelle der Heiligen Jungfrau beigesetzt wurde. So endete der Mann, der unserer Wissenschaft das Licht gebracht, welches geleuchtet hat bis auf unsere Tage.

Auf Grund reicher Erfahrungen hat Vesal, der „erste anatomische Denker", mit fester Hand das alte morsche Gebäude der Galen'schen Anatomie umgestürzt, indem er nachwies, daß die Lehren des großen römischen Arztes nur auf die Kenntniß von Affen und Hunden gegründet seien. Er war der erste, welcher selbständig den ganzen Bau des menschlichen Körpers erforschte und in großen, von den hergebrachten Irrthümern befreiten Zügen darstellte.

Wacker halfen an diesem Riesenwerke mit arbeiten die Zeitgenossen Vesal's Gabriele Fallopia und Bartolomeo Eustachio. Ersterer, ein Schüler und Freund des großen Reformators, setzte die Arbeit seines Lehrers fort, prüfend und sichtend, was dieser in genialem Wurfe geschaffen, während Eustachius sich durch seine Opposition, indem er für Galen in die Schranken trat und für dessen Wahrheiten eintrand, um die Wissenschaft verdient machte.

Es folgen nun eine Reihe bedeutender Namen, die alle nicht wenig den großen Bau mit fördern halfen. In erster Linie sind hier die Koryphäen der italienischen Schule zu nennen, die sich rühmen können, zunächst die Erbschaft Vesal's angetreten zu haben. Doch auch mancher Deutsche glänzt gleichzeitig, und unser Vaterland hat in dieser Zeit nicht minder wichtige Entdeckungen auf dem Gebiete der Anatomie aufzuweisen.

Einen neuen Aufschwung nahm die Wissenschaft durch die Entdeckung des Kreislaufs des Blutes. Vielfache Vorarbeiten waren schon von Italienern dazu geliefert worden, als es dem Engländer William Harvey, 1578 zu Folkstone in der Grafschaft Kent geboren, die Lehre von der Circulation des Blutes aufzustellen und durch unumstößliche Gründe zu beweisen gelang. Es ist ein glänzender Triumph, welchen die Wissenschaft durch diese neue Wahrheit errungen, und die eine gewaltige Anregung zur weitern Ausbildung der Anatomie gab.

Entdeckung folgte nun auf Entdeckung in regelmäßigen Schritten, bis durch die Erfindung des Mikroskopes ein neuer ungeahnter Aufschwung der Anatomie bewirkt wurde. Der erste, der sich desselben mit außerordentlichen Erfolgen bediente, war Marcello Malpighi; er zeigte an den Lungen und dem Gehirn der Frösche den Kreislauf des Blutes, wie er auch sonst bei Beobachtung der Thier- und Pflanzenkörper den ausgedehntesten Gebrauch von dem neuen Instrumente machte.

Der Auf bedeutender Leistungen ging nunmehr zu den Niederländern über. Männer wie Leeuwenboek, Swammerdam, namentlich aber Ruysch, schritten rasch auf der neueröffneten Bahn vorwärts und waren die glänzendsten Gestirne des 17. Jahrhunderts. Besonders war es der letztere, welcher durch seine Einspritzungen von flüssigen, nachher erstarrenden Massen in die feinsten Blutgefäße, wodurch ein werthvolles Mittel zur Erkenntniß des Gefäßsystems gewonnen wurde, eine große Berühmtheit erlangte, sodaß Peter der Große die Sammlung von dessen Präparaten, sowie das Recept zu den Injectionen für 36000 Goldgulden kaufte.

An einen neuen Markstein gelangte die Anatomie durch den großen schweizer Gelehrten Albert Haller, den bedeutendsten Mann, den vielleicht je die Schweiz hervorgebracht, welcher, am 16. October 1708 geboren, durch das Einführen der physiologischen Methode in die Anatomie das Leben mit der starren Masse des Leichnams verknüpfte. „Haller's Name wird jetzt noch — so läßt sich Hyrtl vernehmen — 100 Jahre nach seinem Tode, mit Ehrfurcht genannt. Die Dankbarkeit der Wissenschaft schmückt den Lorber seines Grabes mit immer frischem Laube. Und so wird es sein in spätester Zukunft, wenn von den Größen der Gegenwart und dem frivolen Lärm, den sie erregten, kein Nachhall mehr klingen wird." — Der große Mann starb mit dem Finger an der Radialarterie und mit den Worten: „Sie schlägt nicht mehr."

Je mehr wir uns der Gegenwart nähern, desto reicher und vielseitiger werden die Entdeckungen auf dem Gebiete der Anatomie, immer neue Elemente werden in sie hineingetragen und entwickeln sich zu erstaunlicher Größe. Alle Zweige gelangen jetzt zur Blüte. Die vergleichende Anatomie, die Gewebelehre, die Entwickelungsgeschichte, wie der technische und der der Heilkunde dienende Theil, beschäftigen nunmehr besonders die Geister. „Wer zählt die Völker, nennt die Namen", die nunmehr um den Preis wetteifern; einer sucht immer den andern zu überbieten und die Palme zu erringen. Ohne Ueberhebung können wir es aber sagen, und wir dürfen stolz darauf sein, Deutschland ist in keinem Zweige der Anatomie zurückgeblieben, die deutschen Namen können sich den besten des Auslandes an die Seite stellen, ja auf manchen Gebieten, wie denn der Entwickelungsgeschichte, stehen sie unerreicht da, ein Ruhm, der mit dem Glanze der nationalen Thaten der Preis jener geistigen Tüchtigkeit ist, die das deutsche Volk in seinem Innersten durchdringt und treu gepflegt dasselbe auch auf der erreichten Höhe unangefochten erhalten wird.

Allgemeine Anatomie.

Die allgemeine Anatomie oder Gewebelehre betrachtet, wie schon erwähnt, den menschlichen Körper aus Gesichtspunkten, welche die gemeinschaftliche Grundlage aller einzelnen Theile ins Auge fassen und deren Abänderung zu den verschiedenen Zwecken erörtern. Sonach hat es die allgemeine Anatomie zunächst mit den Bestandtheilen des Körpers zu thun, die sich in zweifacher Beziehung uns darstellen, und zwar als Mischungsbestandtheile und Formbestandtheile, welche in ihren letzten, nicht mehr in differente

Theile zu zerlegenden Gliedern als Elemente, und zwar die ersteren als chemische, die letzteren als Formelemente bezeichnet werden.

Während die Betrachtung der Mischungsbestandtheile der Chemie anheimfällt, gehört die der Formbestandtheile in das Bereich der Anatomie, deren Elemente nur mit Hülfe des Mikroskops wahrzunehmen sind.

Bestandtheile des menschlichen Körpers.

Mischungsbestandtheile.

Der thierische und somit auch der menschliche Körper besteht nur aus Stoffen, die auch in der unorganischen Natur vorkommen, doch nur ein verhältnißmäßig kleiner Theil der unorganischen Substanzen findet sich im thierischen Körper wieder und tritt meist zu Verbindungen zusammen, die mit dem Namen der organischen bezeichnet werden.

Von den chemischen Elementen finden sich als normale Bestandtheile im thierischen Leibe nur der Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, Phosphor, Chlor, Schwefel, Fluor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Silicium, Mangan und Eisen, während Aluminium, Titan, Arsen, Kupfer, Jod, Brom und mehrere andere noch nur zufällig darin gefunden worden sind.

Die Verbindungen nun, in welchen diese chemischen Elemente im thierischen Körper auftreten, sind doppelter Art, und zwar unorganische oder organische.

Die unorganischen Verbindungen im thierischen Körper finden sich auch außerhalb desselben in der unorganischen Natur, während die organischen nur in den Organismen angetroffen werden und im Gegensatz zu jenen eine eigene chemische Constitution zeigen.

Formbestandtheile.

Die Formbestandtheile unsers Körpers charakterisiren sich zunächst je nach dem Aggregatzustande als feste, tropfbar-flüssige oder gasförmige.

Die festen Formbestandtheile bilden in quantitativer Beziehung den geringsten Theil des menschlichen Körpers und zeigen sich als:

Körnchen (Granula), die kleinsten Formelemente, welche entweder frei in Flüssigkeiten suspendirt vorkommen, oder sich zu mehr oder minder großen Klümpchen vereinigen.

Zellen (Cellulae), kleine mikroskopische Bläschen von sehr verschiedener Größe und Gestalt.

Röhrchen (Tubuli), hohle einfache oder sich verästelnde Cylinder.

Fasern (Fibrae), fadenförmige Gebilde von solidem Bau, welche zu Bündeln (Fasciculi) oder zu breiten flachen Blättern (Lamellae) zusammentreten können.

Alle diese Theile werden durch eine in den verschiedensten Zuständen sich befindende Zwischensubstanz miteinander verbunden und von derselben zusammengehalten.

Als Grundform, aus der alle übrigen Formen hervorgehen, muß man die Zelle ansehen. Röhrchen und Fasern sind nur Umwandlungen derselben.

Die Vereinigung der Formelemente und ihrer Umwandlungen bilden die organischen Gewebe.

Alle Organe, welche aus gleichem Gewebe bestehen, gehören zu Einem Systeme. Diese Systeme können nun im Körper ein zusammenhängendes Ganzes bilden, wie das Bindegewebs-, Gefäß- und Nervensystem, oder sie sind zerstreut und gehören nur durch ihren gleichartigen Bau zusammen, wie das Drüsen-, Knochen- und Knorpelsystem u. s. w.

Die flüssigen Bestandtheile des Körpers machen fast vier Fünftel von dessen ganzem Gewicht aus und durchdringen zum Theil sämmtliche Gewebe, wodurch deren Consistenz in vorwiegendem Grade bedingt wird, zum Theil sind sie in den vollkommen geschlossenen, vielfach bis zu mikroskopischer Feinheit verzweigten Röhren des Gefäßsystems eingeschlossen, wie Blut, Lymphe, Chylus, oder sie befinden sich in besondern Kanälen und Behältern, um von da entweder als Excrete aus dem Körper entfernt zu werden, wie Urin, Schweiß u. s. w., oder um zu einer bestimmten Lebensverrichtung aufs neue verwendet zu werden, wie Speichel, Galle, Milch, Magensaft u. s. w.

Die gasförmigen Bestandtheile kommen entweder frei in den offenen Höhlen des Körpers, wie in den Respirationsorganen, dem Darmkanale u. s. w. vor, oder sie sind, wie die Kohlensäure in den Mineralwässern, mechanisch mit tropfbaren Flüssigkeiten, so z. B. der Sauerstoff, Stickstoff und die Kohlensäure, mit dem Blute gemengt.

Die Zelle.

Unter Zelle (Cellula), im anatomischen Sinne versteht man ein bläschenartiges Gebilde von meist kugeliger Gestalt, umschlossen von einer Haut, der Zellmembran, an welcher mit Bestimmtheit weder eine Structur noch sichtbare Oeffnungen nachgewiesen werden können. Die Zelle wird erfüllt von dem Zelleninhalt, einer mehr oder minder dickflüssigen homogenen Masse von eiweißartiger Substanz, in welcher sich außer sehr kleinen eingestreuten Molecülen ein größerer Kern befindet, der wiederum ein oder mehrere Kernkörperchen enthält.

Die Zellmembran (Membrana cellulae) ist, wie schon erwähnt, ohne eine nachweisbare Structur und meist auch ohne jegliche sichtbare Oeffnung, nur an manchen Eiern ist eine solche, die sogenannte Micropyle, sowie an einigen andern Zellenarten sind den „Porenkanälen" ähnliche radiale Streifungen bemerkt worden.

Der Zelleninhalt (Protoplasma, Cytoplasma, Sarcode) ist bei verschiedenen Zellen auch sehr verschiedenartig, von einer halbflüssigen, mehr oder wenig zähen Consistenz, mit kleinen körnigen Einlagerungen, bestehend aus Eiweißkörnchen, feinsten Fetttröpfchen u. s. w.

Der Zellenkern (Nucleus, Cytoblastos) von 0,002‴ — 0,05‴ im Durchmesser, ist ein festes oder bläschenförmiges Gebilde, welches sich meist einfach entweder in der Mitte des Zelleninhaltes befindet oder eine excentrische, eine wandständige Stellung an der innern Fläche der Zellenmembran einnimmt.

Das Kernkörperchen (Nucleolus) ist ein das Licht stärker brechender, glänzender Theil des Kerns im Innern desselben, gewöhnlich einfach, zuweilen aber auch zwei- und mehrfach.

Diese die thierische Zelle bildenden Theile brauchen aber nicht in ihrer Gesammtheit vorhanden zu sein, der eine oder der andere kann mangeln, ohne daß dadurch die Existenz der Zelle gefährdet würde. So kann die Membran fehlen, ohne daß die Zelle aufhörte ein Elementarorganismus zu sein, sie bildet dann ein Protoplasmaklümpchen mit Kern und Kernkörperchen; oder der Zellenkern und das Kernkörperchen sind nicht vorhanden, während ohne Protoplasma eine Zelle nicht zu denken ist.

Die Größe der Zellen schwankt ungemein und variirt zwischen 0,1‴ und 0,003‴.

Die Zelle bildet das Elementarorgan des thierischen Körpers, aus welchem sich alle Theile desselben, alle

Gewebe, Organe und schließlich der gesammte Organismus, von einer einzigen Zelle, dem thierischen Ei, ausgehend, entwickeln.

Wo die Zellen nicht unmittelbar hart aneinander liegen, befindet sich eingeschaltet eine Zwischenmaterie, die Intercellularsubstanz, welche von den Zellen ausgeschieden wird und in verschiedener Dichtigkeit als Zwischenzellenflüssigkeit im Blut, der Lymphe, dem Chylus, den Drüsen- und Parenchymsäften vorkommt, aber auch von fester Consistenz, wie bei Knorpel und Knochen sein kann.

Die Lehre von der Zelle ist gegenwärtig in einer Umbildung begriffen, worauf wir jedoch hier um so weniger eingehen können, als die Meinungen noch vielfach getheilt sind und an die Entscheidung im Augenblicke auch nicht gedacht werden kann.

Auf die Entstehung der Zellen können wir uns hier auch nicht weiter einlassen, nur so viel sei erwähnt, daß eine freie Zellenbildung aus organischer aber nicht organisirter Substanz bisjetzt mit Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen worden ist. Jede Zelle stammt von einer Zelle oder einem deren Stelle vertretenden Elementarorganismus ab, bei welchem Vorgange die Natur zwei Wege einschlägt, wobei mit der Erneuerung zugleich eine Vermehrung der Zellen erzielt wird. Diese findet entweder durch einfache Theilung oder durch Bildung im Innern einer schon vorhandenen Zelle, endogene Zellenbildung, statt.

Die Vermehrung der Zelle durch einfache Theilung geschieht auf folgende Weise. Zunächst beginnt der Zellenkern sich zu verlängern und bekommt eine Furche, die allmählich immer tiefer wird, bis der Kern in zwei Theile getheilt ist; oder, was auch der Fall ist, der Kern löst sich in dem Protoplasma auf, worauf dann zwei neue Kerne in demselben auftreten. Gleichzeitig fängt auch die Zellenmembran, indem die Zelle an Umfang gewinnt und meist eine ovale Form annimmt, an sich einzuschnüren, wodurch gleichfalls eine Furche gebildet wird, die auch den Zelleninhalt in zwei Theile scheidet und so lange wächst, bis sich die gegenüberliegenden Wände berühren, wodurch die Theilung vollbracht ist. Auf diese Weise kann eine Zelle gleichzeitig in zwei, drei und mehr neue zerfallen, welche dann wiederum denselben Proceß durchmachen können. Zuweilen ist der Vorgang ein wenig anders, indem anstatt der Einschnürung der Zellmembran, nachdem sich der Kern in mehrere getheilt und diese sich an verschiedenen Stellen an die Zellenwand angelegt haben, sich letztere knopfförmig ausbuchtet, was als Knospen- oder Sprossenbildung bezeichnet wird. Diese Auswüchse wachsen, während die Verbindung mit der ursprünglichen Zelle immer fadenförmiger wird, bis endlich eine vollständige Trennung eintritt.

Die zweite Art der Zellenbildung ist die endogene. Auch hier geht die Vermehrung zunächst vom Kerne aus, der sich in einer Zelle sogar dreißig- und mehrfach theilen kann, worauf sich der Zelleninhalt um die neuen Kerne zusammendallt, welche Protoplasmahaufen dann eine eigene Membran bekommen, sodaß sich schließlich eine ganze Brut von Zellen, Tochterzellen, in der ursprünglichen einen, der Mutterzelle, befinden, deren Membran fortbestehen oder auch zu Grunde gehen kann, sodaß die eingeschlossenen Tochterzellen durch Berstung der Mutterzellmembran dann frei werden. Jede Tochterzelle kann dann in ihrem Innern wieder neue Zellen erzeugen und so zur Mutterzelle werden. Hierher gehört auch die sogenannte Furchung, wie sie beim Ei beobachtet wird.

In ihrer ursprünglichen Gestalt ist die Zelle ein rundes Kügelchen, das jedoch im Verlauf seiner Existenz vielfachen Veränderungen und Umgestaltungen unterworfen ist. Zunächst findet nur eine Größenzunahme statt, die Zelle wächst; dann aber erleidet auch die Form Veränderungen, während der Inhalt Umwandlungen eingehen kann; immer aber bleibt der Zelle als solche fortbestehen, wie es bei den in flüssigen Blasem frei schwimmenden Blut-, Eiter- und Schleimkörperchen, bei den Fett- und Pigmentzellen, sowie bei den Epithelzellen der Fall ist, so zwar isolirt bleibenden Zellen können in der Gestalt in der mannichfachsten Weise verändern. Die ursprünglich runden Zellen gehen in ovale, cylindrische über, auch können sie sich gegenseitig platten und eckig werden, oder sie verlängern sich, nehmen eine spindelförmige Gestalt an, andere treiben wimperartige Fortsätze, welche, solange die Zelle lebt, sich in einer schwingenden Bewegung, sogenannten Flimmerbewegung befinden. Auch der Kern und das Kernkörperchen können sich verändern und von ihrer rundlichen Gestalt mehr oder weniger abweichen.

Auch der Zelleninhalt geht Veränderungen ein, er wird mehr oder weniger körnchenreich, sogar kann er treten in ihm zuweilen auf.

Weitere Umgestaltungen erleidet die Zelle durch Auflagerungen auf die Innen- oder Außenfläche der Membran, wodurch dieselbe in verschiedener Weise dick wird.

Ferner treiben die Zellen, indem sie ihre Selbständigkeit behalten, aber mit andern in Verbindung treten, einen oder mehrere Fortsätze, so daß sie ein sternförmiges Aussehen bekommen. Diese Fortsätze können sich dann wieder ästig theilen und ähnlichen Fortsätzen anderer benachbarter Zellen Verbindungen eingehen, wie die Nervenzellen, Knochenkörperchen, Haargefäße u. s. w.

War bisher die Zelle als solche bestehen geblieben, so kann sie nunmehr auch ihre Isolirtheit und Selbständigkeit aufgeben, indem sie vorerst mit der Intercellensubstanz vollständig verschmilzt, sodaß der Innenraum der Zelle als Lücke der Intercellularsubstanz übrigbleibt, wie bei den Knorpelzellen. Es kommt es auch vor, daß zwei oder mehrere Zellen miteinander verwachsen, worauf an der Berührungsstelle die Zwischenwände schwinden, sodaß die einzige Höhle größer wird als der Innenraum einer einzelnen Zelle.

Ferner lagern sich die Zellen aneinander, bilden eine zusammenhängende Reihe gebildet wird, wie bei den Nervenfasern zeigen.

Endlich können auch die nach zwei Richtungen verlängerten Zellen sich der Länge nach aneinanderreihen und in derselben Richtung zu Bündeln, sogenannten tubinaler Fäden zerfasern, welche Form man bei dem Bindegewebe findet; oder sie verlängern sich so bedeutend, ohne jedoch sich aneinanderzureihen, daß sie werden dann in Fasern umgewandelt, wie es bei den Muskelfasern.

Auch die Kerne sollen sich zerfasern und dann von Henle sogenannten Kernfasern bilden, welche von verschiedenen Seiten bestritten werden.

Gewebe.

Nur die niedrigsten thierischen Organismen bestehen aus einfachen Zellen; sobald eine nur einigermaßen höhere Entwickelung eintritt, erleiden die Zellen Umwandlungen und vereinigen sich zu den sogenannten Geweben (Telae).

Als Gewebe bezeichnet man sonach jede mäßige in gleichen Theilen immer in der-

wiederkehrende Anordnung der Elemen-
e. Vereinigt sich aber eine gewisse Anzahl
Elementartheilen von bestimmter Form und
tung, so erhält man nach Kölliker ein
n. Vereinen sich mehrere oder viele Organe
oder verschiedener Art zu einer höhern
, so heißt dies ein System, welches ent-
ein zusammenhängendes Ganzes bildet und an
ısammensetzung aller gröbern Theile des Kör-
articipirt, wie Gefäß- und Nervensystem, oder
nehrern zwar nicht nebeneinander zusammen-
rden, aber gleichartig gebauten und gleichartig
nirenden Organen, wie das Muskelsystem, besteht.
Bezug auf die Gewebe stellt Kölliker mit be-
er Berücksichtigung der chemischen und physio-
en Verhältnisse sowie der Entwickelung derselben
de Arten auf:

Zellengewebe:
Oberhautgewebe,
Gewebe der echten Drüsen.
Gewebe der Bindesubstanz:
Einfache Bindesubstanz,
Knorpelgewebe,
Faserige Bindesubstanz (Bindegewebe und elastisches Gewebe),
Knochengewebe und Zahnbein.
Muskelgewebe:
Gewebe der glatten Muskeln,
Gewebe der quergestreiften Muskeln.
Nervengewebe.

n diesen Geweben sind es nur das Zellengewebe und
indesubstanz, welche für sich allein Organe einfacher
ıilden, während in allen höhern Organen dagegen
Gewebe, ja selbst einfache und zusammengesetzte Or-
vertreten sind, wobei jedoch meist das eine oder andere
ebe das Uebergewicht hat. Auf Grund dieser Beobach-
en gibt nun Kölliker folgende Eintheilung der Organe:

Einfache Organe.
I. Organe des Zellengewebes.
Epidermis, Epithelien, Haare, Nägel, Linse.
Einfache Drüsen ohne Bindegewebshülle.
II. Organe der Bindesubstanz.
Glaskörper (Schleimgewebe).
Chorda dorsalis, gefäßlose Knorpel, elastische Knorpel.
Sehnen, Bänder, Fascien u. s. w.
Zusammengesetzte Organe.
III. Organe mit Vorwiegen des Zellengewebes.
Größere echte Drüsen.
IV. Organe mit Vorwiegen der Bindesubstanz:
Gefäßhaltige Bindegewebshäute (äußere Haut, Schleimhäute, seröse Häute, eigentliche Gefäßhäute).
Knochen, Zähne.
Gefäße.
Blutgefäßdrüsen.
V. Organe mit Vorwiegen des Muskelgewebes.
Glatte und quergestreifte Muskeln.
VI. Organe mit Vorwiegen des Nervengewebes.
Ganglien, Nerven, Hirn, Mark.
VII. Organe, in denen alle Gewebe vertreten sind.
Die einzelnen Organe des Darmes.
Die Organe des Geschlechtsapparates.
Die größern Drüsen.
Höhere Sinnesorgane.

Endlich treten die Organe noch zu besondern Systemen zusammen, deren Kölliker folgende aufstellt:

1) Das System der äußern Haut.
Dasselbe besteht aus der Lederhaut, der Oberhaut, den Haargebilden, den größern (Milchdrüsen) und kleinern Drüsen der Haut.
2) Das Knochensystem
mit den Knochen, Knorpeln, Bändern und Gelenkkapseln.
3) Das Muskelsystem
mit den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, den Sehnen, Fascien, Sehnenbändern und Schleimbeuteln.
4) Das Nervensystem
mit den großen und kleinen Centralorganen, den Nerven und höhern Sinnesorganen.
5) Das Darmsystem
mit dem Darmkanal, den Speicheldrüsen, der Schilddrüse, der Leber, der Bauchspeicheldrüse und den Athmungsorganen.
6) Das Gefäßsystem
mit dem Herzen, den Blut- und Lymphgefäßen, sowie den Lymphdrüsen, der Thymus und der Milz.
7) Das Harn- und Geschlechtssystem.

Da wir kein anatomisches Lehrbuch zu schreiben beabsichtigen, sondern hier nur die Vorbedingungen zu einem allseitigen Verständniß der Tafeln geben wollen, so würde es uns zu weit führen, Gewebe, Organe und Systeme einzeln in dem von uns soeben aufgezählten Umfange betrachten zu wollen. Wir begnügen uns daher dieselben in einer etwas andern Weise gruppirt vorzuführen, und wählen dazu folgende wesentlich vereinfachte Eintheilung:

1) Bindegewebsarten:
Fibrillares Bindegewebe, Fettgewebe, Schleimgewebe, cytogenes Bindegewebe, homogenes Bindegewebe, elastisches Gewebe, und anhangsweise Pigmentbindegewebe.
2) Horngewebe:
Epidermis, Haare, Nägel, Epithelien, und anhangsweise Pigment.
3) Knochensystem:
Knochen, Knorpel, Bänder.
4) Muskelsystem:
Muskeln, Sehnen, Fascien, Schleimbeutel, Schleimscheiden.
5) Gefäßsystem:
Gefäße, Blut, Lymphe, Lymphdrüsen.
6) Nervensystem:
Nerven, Ganglien, Gehirn, Rückenmark.
7) Hautsystem:
Fibröse und seröse Häute, Schleimhäute, Gefäßhäute.
8) Drüsensystem.

1. Bindegewebsarten.

Zu diese Gruppe gehört eine Anzahl von Geweben, die zwar in ihrer äußern Erscheinungsweise sehr voneinander abweichen, jedoch namentlich durch die Entwickelung als zu einem System gehörend sich präsentiren.

Zu erster Linie ist das eigentliche Bindegewebe (fibrillares Bindegewebe, Zellgewebe oder Zellstoff, Tela cellulosa, auch Textus cellulosus) zu rechnen. Es ist von allen Geweben im menschlichen Körper das am weitesten verbreitete und spielt gleichsam im Organismus ein kosmopolitische Rolle. Je nachdem es theils die einzelnen Organe umhüllt und miteinander

verbindet, sowie die Lücken zwischen denselben ausfüllt, theils aber auch in den Bau derselben mit eingeht und so als Bindemittel der verschiedenen, die einzelnen Theile zusammensetzenden Elemente einen wesentlichen Bestandtheil derselben bildet, unterscheidet man ein peripherisches oder umhüllendes, und ein organisches oder parenchymatöses Bindegewebe.

Was die mikroskopischen Elemente des Bindegewebes betrifft, so zeigen dieselben sich als solide, glattrandige, weiche, wasserhelle oder in größern Massen weißliche, dünne, sanft wellenförmig gebogene, mehr platt als rund erscheinende Fasern, Bindegewebsfibrillen, welche im Mittel 0,0005‴ im Durchmesser haben, nie untereinander anastomosiren und zu wellenförmig aussehenden Bündeln zusammentreten. Diese Bündel können nun mit einander parallel laufen, oder sich in verschiedenen Richtungen kreuzen und verflechten, wodurch eine große Festigkeit erzielt wird.

Zwischen den Bündeln und Fibrillen befindet sich eine spärliche homogene, gallertartige oder fein granulirte Intercellularsubstanz, sowie Lücken und Kanäle, in welchen die Intercellularflüssigkeit sich befindet, welche zur Ernährung des Gewebes dient und aus dem Blute stammt.

Außerdem finden sich zwischen den Fasern noch reihenweise, meist in der Längsrichtung derselben, oder auch unregelmäßig zerstreut, wirkliche Zellen, aus Membran, Inhalt und Kern bestehend, sowie Zellen in den verschiedensten Uebergangsformen, ohne Membran nur ein Protoplasmahaufen mit Kern, von runder, ovaler, spindelförmiger oder auch strahliger Gestalt, welche Bindegewebskörperchen heißen.

Dem Bindegewebe sind meist elastische Fasern, zuweilen auch Fettzellen beigemischt, wie es auch von Blutgefäßen in veränderlicher und von Nerven nur in sehr geringer Menge durchsetzt wird.

Die Bindegewebsfibrillen entstehen aus der Zwischensubstanz der ursprünglich runden embryonalen Zellen, indem dieselben sich zerfasern, während die Zellen entweder als Bindegewebskörperchen fortbestehen oder in Fettzellen übergehen.

Das Bindegewebe zeigt sich in sehr verschiedenen Arten im Körper, von denen wir schon das peripherische und parenchymatöse hervorgehoben haben, das sich nur durch Lage und Vorkommen unterscheidet, während es mit Rücksicht auf die Form sich in folgende Klassen ordnen läßt:

1) Festes und geformtes Bindegewebe, von welchem man wieder unterscheiden kann: Sehnen und Bänder, Faserhäute und fibröse Häute (Tunicae fibrosae), seröse Häute und Synovialhäute der Gelenke, Schleimbeutel (Bursae mucosae), Sehnenscheiden, die Lederhaut, Schleimhäute (Tunicae mucosae), die Häute der Venen und Lymphgefäße, die Tunicae adventitiae der Arterien und das Endocardium, endlich die Gefäßhäute.

2) Lockeres, aëroläres oder formloses Bindegewebe, das sich nur durch sein Gefüge von ersterm unterscheidet und meist als Ausfüllungsmasse vorkommt.

Zu der Bindesubstanz gehört auch das für den Körper so wichtige Fettgewebe, bestehend aus kleinen Bläschen, welche mit Fett angefüllt sind, das während des Lebens flüssig ist und nach dem Tode erstarrt. Diese Fettbläschen, sogenannte Fettzellen, sind in größerer oder geringerer Masse im Bindegewebe vorhanden, wo sie Zellen aus einer außerordentlich zarten, structurlosen und durchsichtigen Membran bilden, in deren Innern sich ein Fetttröpfchen befindet, in welchem unter Umständen ein Kern sichtbar wird. Zuweilen finden sich an Stelle des flüssigen Fettes in einzelnen Zellen nadelförmige Gebilde, Margarinkrystalle. Fettzellen sind meist von rundlicher Gestalt und nur durch gegenseitigen Druck abgeplattet, und schwankt im Durchmesser zwischen 0,01—0,06‴. Der starken Lichtbrechung des Inhalts entsprechend, Rand der Zellen stets dunkel und scharf [illegible] Immer liegt ein Haufe solcher Zellen in einem des Bindegewebes, wo dann ein größeres oder kleineres Fettklümpchen gebildet wird, das zur Ernährung von einem dichten Netze von Haargefäßen umsponnen wird, welche auch balkenartig zwischen den Zellen durchlaufen. Die Fettklümpchen vereinigen sich zu Fettlappen und diese wiederum zu größern Massen. Ihrer Bedeutung nach sind die Fettzellen nichts anderes als Bindegewebskörperchen, welche Fettröpfchen in ihr Inneres aufgenommen haben, und die große rundliche Gestalt angenommen haben.

Die größten Ansammlungen von Fett [illegible] im Unterhautbindegewebe als Panniculus adiposus, das an manchen Stellen des Körpers, wie am Unterleibe, an den Brüsten über Zolldicke [illegible]. Ferner tritt das Fett noch in großen Massen [illegible] Netzen und Gekrösen, besonders des Dünndarmes, gelbes Knochenmark in den langen Röhrenknochen, der Umgebung der Nieren, in den Interstitien der Muskeln, namentlich da, wo größere Nerven- und Gefäße verlaufen.

Eine dritte wichtige Art der Bindesubstanz ist das elastische Gewebe (Tela elastica), welches [illegible] mit dem Bindegewebe gemischt vorkommt. Es besteht aus rundlichen oder bandartig flachen, schwach [illegible]irten Fasern, welche in größern Massen [illegible] mäßig wellenförmig geschwungen erscheinen. Der Durchmesser dieser Fasern ist sehr verschieden, [illegible]riirt von unmeßlicher Feinheit etwa zwischen [illegible] und 0,005‴ Dicke. Die elastischen Fasern [illegible] entweder einzeln vor oder vereinigen sich [illegible] untereinander und bilden dann Stränge, [illegible] Häute, welche in der Richtung der Fasern [illegible] sind und bei nachlassender Kraft ihre [illegible] Gestalt wieder annehmen. Die morphologische Bedeutung dieser Fasern ist dieselbe wie die der Bindegewebsfibrillen, indem sie aus verdichteter Zwischensubstanz hervorgehen, welche nur von kleinen Zellen durchbrochen wird.

Das elastische Gewebe ist ein regelmäßiger Bestandtheil des fibrillären Bindegewebes, während es [illegible] ohne jegliche Beimischung fast nie vorkommt, wenigstens mit fremden Bestandtheilen gemischt, [illegible] es sich in den gelben Bändern der Wirbelsäule, im Nackenbande, in den Bändern, welche die Stimmbänder und Luftröhrenknorpel verbinden, in den unteren Stimmritzenbändern und in dem Ligamentum suspensorium penis, endlich in der mittlern Haut der Arterien.

Von den übrigen Arten der Bindesubstanz [illegible] nur das homogene Bindegewebe, das [illegible]gewebe (gallertartiges Bindegewebe) und [illegible]gene Bindesubstanz (auch adenoide Substanz, [illegible]conglobirte Drüsensubstanz) mit Namen [illegible] Gewebe spielen, gegen die im Vorhergehenden [illegible]ten, nur eine untergeordnete Rolle, kommen [illegible] und nicht in so großen Mengen im Organismus [illegible] und stellen gleichsam ein, auf einer niedern Stufe [illegible] Entwickelung stehen gebliebenes Bindegewebe [illegible].

Das Pigmentbindegewebe zeichnet sich [illegible] durch sternförmige Zellen mit zahlreichen Ausläufern [illegible]sätzen aus. Dasselbe findet sich beim Menschen im Auge, wo es in der Iris und Chorioidea vorkommt, sowie in der innersten Lage der Sclerotica getroffen wird.

2. Horngewebe.

diese Gruppe rechnet man alle, die freien es Körpers — seien dieselben nach außen oder en gekehrt, indem sie entweder die Körper- überziehen, oder die offenen und geschlossenen hlen und die mit diesen zusammenhängenden ingeund geschlossenen Drüsenblasen auskleiden — en gefäß- und nervenlosen Schichten.

zen diese Gebilde die äußere Körperfläche, eich Haare und Nägel zu ihnen gehören, so ie Oberhaut (Epidermis cuticula), während innern der Höhlen und Kanäle mit dem Namen l (Epithelium) bezeichnet werden.

kteristisch für diese Organe ist es, daß sie alle ständig gebliebenen Zellen bestehen, die unter- mehr oder weniger fest vereinigt sind und Körperoberfläche mit der Zeit einen gewissen on Härte annehmen, aus welchem Grunde sie rngewebe genannt werden, während die Epithe- ihrem ursprünglichen weichern Zustande ver-

den reifen Epidermiszellen ist die Höhle gänz- chwunden, während die Zellenmembran trübe durchsichtig geworden ist. Das Schicksal des in diesen Zellen ist unbekannt. Die Form n ist flach, indem die ursprünglich runden Zellen en trockenen spröden Schüppchen sich abplatten, mit ihren Nachbarn zu einer continuirlichen icht verschmelzen, welche nur mechanische Ver- igen erleidet, indem sie mit der Zeit abgenutzt gerieben wird, während neue Zellen von innen chsen, sodaß die abgestoßenen Schichten immer durch neuen Nachschub ersetzt werden. Die e, halbflüssige Zwischensubstanz, welche die noch weichern Hornzellen umgibt, ist derselben dnung und Verhärtung unterworfen wie die selbst, und dient zuletzt nur als schwaches Binde- derselben.

re und Nägel sind epidermoidale Gebilde, gleich- nur zelliger Natur, von denen die letztern ine verdickte Oberhaut sind. Die Epithelien den alle freien Flächen einer Membran im n des Körpers, einer Höhlenwand, sowie aller e, und bilden theils ein einfaches, theils ein ich geschichtetes Zellenlager. Die Form der Zellen r verschieden. Alle haben einen Kern mit Kern- chen, der in jüngern Zuständen fein granulirt nt, später ein mehr homogenes Aussehen an- Anfangs umschließt die structurlose Zellen- an den Kern dicht; in dem Maße aber, wie bei reitendem Wachsthum sich die Zelle mit einem hellen flüssigen Inhalte füllt, rückt der Kern eut- von der Wand ab, ohne jedoch eine centrale ung einzunehmen, oder er bleibt wandständig nach von Protoplasma umgeben. Die ursprünglich n und ovalen Zellen verändern vielfach ihre Ge- entweder wachsen sie in die Breite oder in die e, wonach man zwei Arten von Epithel, das sterepithel und das Cylinderepithel erhält, en welchen sich verschiedene Uebergangsformen t.

as Pflasterepithel, wegen seines dem Straßen- er ähnlichen mosaikartigen Aussehens so genannt, auch Plattenepithel, kommt am häufigsten vor besteht aus anfangs rundlichen, später flachen gonalen Zellen, in welcher Form sie den Epi- iszellen am nächsten stehen. Sie lagern meist so aneinander, daß von einer Zwischenzellensub- g nichts bemerkt wird. Es findet sich entweder als einfache Zellenschicht auf den freien Flächen aller serösen Häute, ferner auf der innern Oberfläche der Blut- und Lymphgefäße, in den feinern Verzweigungen der Drüsenausführungsgänge und der Luftwege der Lungen, sowie auf gewissen zarten Schleimhäuten, oder in mehr- fach geschichteten Lagern, wie in der Mundhöhle, dem Rachen und der Speiseröhre, auf den Synovialhäuten und an verschiedenen Stellen des Verdauungs- und des uropoëtischen Systems vor. Bei dem geschichteten Epithel sind die untern jüngern Zellen stets rundlich. Die Regeneration des mehrfach geschichteten Epithels findet wie bei der Epidermis statt, während bei dem einfachen Zellenstratum der Ersatz für die abgestoßenen Zellen durch Theilung der zurückgebliebenen herbeige- führt wird.

Das Cylinderepithel entsteht dadurch, daß sich die Zellen gerade in dem Pflasterepithel entgegengesetzter Richtung entwickeln. Während dieses in der Breite, mit der darunterliegenden Fläche parallel wächst, entwickelt sich jenes nach einer Richtung, die senkrecht auf der betreffenden Fläche steht. Die Form der Cylinder- epithelzellen ist die eines abgestumpften Kegels, von welchem die Basis entweder flach oder schwach gewölbt nach der freien Fläche gerichtet ist, während die ab- gestutzten Spitzen auf der Unterlage ruhen, zwischen welchen die frei bleibenden Räume durch junge rund- liche Zellen angefüllt werden. In der Mitte zwischen Spitze und Basis befindet sich der runde oder ovale Kern mit Kernkörperchen, der oft so groß ist, daß er die ganze Breite der Zelle ausfüllt und zuweilen sogar die Wand bauchig hervorwölbt. Der Inhalt der Zellen ist meist fein granulirt. Das Cylinderepithel ist meist einfach, seltener geschichtet, und werden die zu Grunde gegangenen Zellen im ersten Falle durch einfache Thei- lung, im letztern durch die jungen, zwischen den Kegel- spitzen sich befindlichen, ersetzt, welche sich gleichfalls durch Theilung vermehren. Das Cylinderepithel findet sich nur auf Schleimhäuten, wie im Darmkanal vom Mageneingange bis zum After, sowie in den Aus- führungsgängen fast aller Drüsen.

Ueberall wird der Uebergang des einen Epithels in das andere durch Zwischenformen vermittelt, und nur an den Mündungen der Speicheldrüsen findet ein plötzlicher Wechsel statt.

Eine besondere Art des Cylinderepithels ist das Flimmer- oder Wimperepithel, welches sich von ersterm nur dadurch unterscheidet, daß auf den freien Basen der sonst gleichgeformten Zellen härchenähn- liche, dünne, kurze, platte und spitz endigende, außer- ordentlich feine Fäden (Cilien, Wimpern) aufsitzen, welche, von wasserheller Farbe, in verschiedener Anzahl, bis zu 20, fortwährend in einer eigenthümlichen Schwingung — etwa wie ein reifes Kornfeld, wenn es vom Winde bewegt auf- und niederwogt — sich befinden, die von Nervencinflüssen vollkommen unabhängig ist und sich bis zu 300 mal in der Minute wiederholen kann. Die Richtung dieser Bewegung der Cilien geht wol stets gegen die Mündung des betreffenden Kanals, in dem sich das Flimmerepithel befindet.

Das Vorkommen des Flimmerepithels ist ein weit- verbreitetes. So findet es sich auf der Schleimhaut der respiratorischen Wege, wie der Nasenhöhle, soweit sie von knöchernen Wänden umgeben ist, jedoch mit Ausnahme des Theils, auf welchem sich der Geruchs- nerv verbreitet; ferner der Schleimhaut der Nebenhöhlen der Nase, des obern Theils des Rachens und des knorpeli- gen Theils der Ohrtrompete, der untern Fläche des Kehl- deckels und, von der Stimmritze beginnend, des Kehl- kopfes, der Luftröhre bis in deren feinere Verzweigungen herab. Ferner trifft man dasselbe auf der Schleimhaut des

Uterus und der Tuben, in den Nebenhoden, in einer gewissen Periode auf dem häutigen Ueberzuge der Gehirnkammern und im Kanal des Rückenmarks.

Am zweckmäßigsten lassen sich an die Epithelien die Pigmentzellen anreihen. Von diesen Gebilden hängt die eigenthümliche Färbung einer Anzahl von Organen ab. Dieselben bilden runde, mehrseitige oder sternförmige Zellen, in denen, von einer zarten, durchsichtigen, structurlosen Membran umschlossen, ein körniger dunkelgefärbter Inhalt von sehr feinen Pigmentmolecnlen sich befindet und entweder frei oder zu Klümpchen zusammengeballt herumschwimmt, wenn Zellen platzen oder zerdrückt werden. Nicht immer ist ein Kern sichtbar, da er oft von den dunkeln Massen des Pigmentes verdeckt wird.

Solche Pigmentzellen finden sich unter der Oberhaut in dem sogenannten Malpighischen Netze (Rete Malpighii), wo sie, wie beim Neger, die dunkle Farbe der Haut bedingen oder der Grund der Sommersprossen und Leberflecke sind, ferner im Auge aller Menschenrassen, als sogenanntes Pigmentepithel der Chorioidea, wo sie dazu dienen, die falschen Lichtstrahlen zu absorbiren, wie die Schwärzung an der innern Oberfläche der optischen Instrumente. Vereinzelt kommen die Pigmentzellen noch an verschiedenen andern Stellen des Körpers vor, wie in den Bronchialdrüsen, in der Lungensubstanz, in den Schenkeln des Großhirns u. s. w., oder man trifft auch freie Pigmentklümpchen zwischen den Geweben.

Haare (Pili oder crines) und Nägel (Ungues) genügt es hier nur anzuführen, da dieselben vorzugsweise in das Gebiet der Histologie gehören, auf welches wir uns nur so weit versteigen dürfen, als es für das Verständniß der folgenden Betrachtungen nothwendig ist.

Von den Haaren erwähnen wir nur, daß dieselben aus dem Haarschaft oder Haarcylinder, welcher frei über der Oberfläche der Haut hervorragt, und aus der Haarwurzel, welche in der Lederhaut steckt, und deren unterster dicker, keulenförmiger, etwas ausgehöhlter Theil Haarzwiebel oder Haarknopf heißt und auf dem Haarkeime oder der Haarpupille aufsitzt, bestehen. Die Haare sind mit Ausnahme weniger Stellen über den ganzen Körper verbreitet und kommen daselbst als dünne, weiche, kurze Wollhaare, oder als stärkere verschiedenfarbige Kopf- und Barthaare, Augenbrauen, Augenwimpern u. s. w. vor.

Von den Nägeln bemerken wir, daß sie als dünne elastische Hornplatten auf den Rückenflächen der letzten Finger- und Zehenglieder in einer Vertiefung der Lederhaut, dem Nagelbette, sitzen und rings herum mit der Epidermis in Verbindung stehen. An dem Nagel selber unterscheidet man: die Nagelwurzel, welche im Nagelfalze sitzt, den Nagelkörper und die Nagelspitze.

Wegen des vollständigen Mangels an Nerven sind alle Horngewebe vollständig empfindungslos und schmerzen daher auch unter keiner Bedingung, ebenso entzünden sie sich nie, da sich auch keine Blutgefäße in ihnen befinden.

3. Knochensystem.

Das Knochensystem begreift Gewebe verschiedener Art in sich, und zwar erstens solche, die denselben specifisch eigen sind, wie das Knorpel- und Knochengewebe, dann aber auch solche, die es mit andern Systemen gemein hat, wie das Bindegewebe, elastische Gewebe und das Epithel in den Bändern und Gelenkkapseln.

Der Knorpel (cartilago) gehört nach den Knochen zu den festesten Theilen des menschlichen Körpers. Ohne so spröde zu sein wie diese, besitzt er grosse Festigkeit und eine ungemeine Elasticität und Biegsamkeit. Die Farbe des Knorpels im frischen Zustande ist schwachbläulich oder gelblich und bei durchgehendem Lichte in dünnen Scheiben opalescirend durchscheinend, getrocknet nimmt er eine bernsteinartige Färbung an, schrumpft ein und wird brüchig.

Die Knorpel haben selber keine, oder unter gewissen Umständen nur äußerst wenig Blutgefäße, ebenso besitzen sie keine sichtbaren Nerven und Lymphgefäße, dagegen sind sie von einer festen, fibrösen, gefäßhaltigen Membran, der Knorpelhaut (Perichondrium) überzogen, mit Ausnahme jener, welche als Gelenkknorpel frei in die Gelenkhöhle hineinragen.

Wie für alle Theile des menschlichen Körpers, so auch für den Knorpel die Zelle das Grundelement, welche in einer Grundsubstanz eingebettet ist. Je nach der Beschaffenheit dieser Grundsubstanz, welche der Stellung nach mit den Intercellularsubstanzen, wie bei Bindegewebsfasern, rangirt, unterscheidet man drei Arten von Knorpeln: echte oder hyaline Knorpel, Faserknorpel und Netzknorpel, welche aber mannigfache Uebergänge untereinander zeigen.

Bei den hyalinen Knorpeln ist die Grundsubstanz eine homogene Masse, während sie bei den beiden übrigen Arten gefasert ist, und zwar so, daß bei dem Faserknorpel die Fasern dem Bindegewebe ähnlich sind, während sie bei dem Netzknorpel aus elastischem Gewebe bestehen.

Eingestreut in die Grundsubstanz befinden sich bei allen drei Arten Zellen, die Knorpelzellen oder Knorpelkörperchen, welche den Bindegewebskörperchen analog sind. Dieselben stellen rundliche oder ovale, häufig abgeplattete oder spindelförmige Zellen dar, deren Membran, Primordialschlauch, anfangs zart, dann durch Ausscheidungen an der Oberfläche nach und nach verdickt wird. Diese secundären Schichten, Knorpelkapseln, verschmelzen allmählich mit der Grundsubstanz, sodaß man sie von dieser nicht mehr trennen kann. Die Vermehrung der Zellen geschieht durch endogene Bildung, wobei zugleich die Grundsubstanz mit zunimmt, und wodurch das Wachsthum des Körpers bewirkt wird.

Zu den hyalinen Knorpeln gehören die Knorpel des Kehlkopfs, mit Ausnahme des Kehldeckels und der Santorinischen Knorpel, ferner die der Luftröhre und Bronchien, der Nase, der Rippen, sowie die knorpeligen Ueberzüge der Gelenkfläche der Knochen.

Die weichern und elastischern Faserknorpel finden sich weniger häufig als der hyaline Knorpel, in größerer Menge nur in den Zwischenwirbelbändern und sonst in einigen kleinern Gebilden.

Noch beschränkter in seinem Vorkommen ist der Netzknorpel, welcher von gelber Farbe, sehr weich und elastisch ist und besonders in dem Knorpel der Eustachischen Trompete, den Ohr-, Santorinischen und Wrisbergischen Knorpeln vorkommt.

Die Knorpel bleiben entweder das ganze Leben hindurch als solche bestehen und heißen dann Cartilagines permanentes, oder sie verkalken nach und nach, indem sich die Zellen und die Grundsubstanz mit Kalksalzen imprägniren, in welchem Falle sie Cartilagines ossescentes oder temporariae genannt werden. Hyaline Knorpel können auch in Faserknorpel übergehen, indem die homogene Grundsubstanz der erstern sich mit der Zeit zerfasert.

Der Knochen (Os) gehört zu den härtesten Gebilden des Körpers und wird in dieser Beziehung nur von den Zähnen übertroffen. Er ist von gelblich weißer Farbe, sehr fest und dabei doch elastisch, und nur in

krankhaften Zuständen, wie auch im Alter, spröde und bricht dadurch leicht.

inzelnen Knochen sind untereinander zu einem ɔen Ganzen, dem Skelet, verbunden, welches Grundlage des Körpers bildet und demselben n als Gerüst dient, indem es die Unterlage mtliche Weichtheile abgibt. So bildet es auch welche den Eingeweiden und edlern Organen utz dienen und dieselben in ihrer Lage befestigen. m stellt es aber, indem seine Verbindungen, Bänder bewerkstelligt, beweglich sind, einen ismus dar, der den activen Bewegungs- en, den Muskeln, als Angriffspunkt dient und, ch dieselben bewegt, zum passiven Be- ıgsorgane wird.

Eigenschaften der Knochen sind die Folge der ɔen Bestandtheile derselben, indem in ihnen die nischen Substanzen vorwalten. Dieselben, die enerde, machen ungefähr zwei Drittheile des Gewichts der Knochen aus und bestehen aus phosphorsaurem Kalk mit Fluorcalcium, kohlen- Kalk, phosphorsaurer Magnesia und Kochsalz. rganischen Bestandtheile dagegen, welche dem n seine Biegsamkeit und Elasticität geben, bilden m Knorpel ähnliche Substanz, weshalb sie auch enknorpel genannt werden; derselbe ist von hen Gefäßen, Fett- und Bindegewebe durchzogen det die erste Anlage und Grundlage der Knochen. Knochensubstanz ist nicht nur in verschiedenen ı des Körpers verschieden, sondern auch in einem emselben Knochen nicht in allen Theilen gleich.) unterscheidet man zwei Arten der Knochensub- compacte und schwammige.

compacte Knochensubstanz oder Rinden- ız (Substantia compacta oder Substantia dis) bildet die äußere Schicht der Knochen, hr oder weniger glatt, von dichtem Gefüge und ahlreichen, an der Oberfläche beginnenden feinen chen, in welchen die ernährenden Gefäße ver- , durchsetzt. Die compacte Substanz ist an den stücken der langen Röhrenknochen am dicksten, nd sie gegen die Enden hin immer dünner wird ndlich an den mit Knorpel belegten Gelenken in eines Knochenblatt übergebt. An den breiten en bildet die compacte Substanz zwei Tafeln, nd sie die kurzen nur in einer sehr dünnen überzieht oder, wie an den Körpern der Wirbel, fehlt.

schwammige Knochensubstanz oder Mark- anz (Substantia spongiosa oder Substantia lularis) bildet das Innere der Knochen und grenzt e compacte Substanz an. Sie besteht aus zahl- ı Knochenblättchen, die sich vielfach und in allen chen Richtungen kreuzen, sodaß ein Gefüge von ɔen und Blättchen, von Lücken und Hohlräumen etzt, entsteht, das einem gewöhnlichen Bade- ıume nicht unähnlich ist. Vereinigen sich mehrere räume der schwammigen Substanz zu einer größern , wie im Innern der Röhrenknochen, so bildet die Markhöhle, welche mit der Markhaut kleidet und vom Knochenmark erfüllt ist. Be- sich in flachen Knochen die schwammige Substanz ɔen zwei compacten Knochenplatten, so heißt sie loë.

ne Unterabtheilung der schwammigen Substanz t die zellige oder netzförmige Knochensubstanz (Sub- ia cellulosa oder Substantia reticularis), welche nur durch größere Feinheit der Blättchen und chen auszeichnet und vorzüglich in den Gelenk- n und kurzen Knochen vorkommt.

Was die feinere Structur der Knochen betrifft, so finden wir, daß dieselben aus einer festen Grundsubstanz bestehen, welche von den unorganischen Bestandtheilen imprägnirt ist und sich in concentrischen Schichten um die Gefäßkanälchen lagert, welche fälschlich auch Markkanälchen heißen und nach dem englischen Anatomen Clopton Havers den Namen Havers'sche Kanälchen (Canaliculi Haversiani) führen. Diese Havers'schen Kanälchen finden sich in allen Knochen und fehlen nur in sehr dünnen Knochenblättchen, wie in der Lamina papyracea des Siebbeins. In den langen Röhrenknochen laufen sie mit der Längsachse parallel.

Zwischen den Lamellen dieser concentrischen Schichten der Grundsubstanz sieht man unter dem Mikroskop gleichmäßig vertheilt zahlreiche Lücken und Hohlräume, die sogenannten Knochenkörperchen (Corpuscula ossium oder Lacunae ossium) von spindel- oder linsenförmiger Gestalt, deren Größe 0,01—0,24‴ in der Länge, 0,003—0,006″ in der Breite und 0,002—0,004″ in der Dicke beträgt. Derartige Knochenkörperchen, die stets mit ihrer Breitseite den Oberflächen der Lamellen parallel stehen, kommen im Mittel 900 auf ein Quadrat-Millimeter. Von diesen Knochenhöhlen strahlen nach allen Seiten hin zahlreiche feine hohle Fortsätze aus, die entweder mit denen benachbarter Knochenkörperchen anastomosiren, oder in die Havers'schen Kanälchen einmünden, auch in offener Verbindung mit den Hohlräumen der schwammigen Substanz stehen und frei, selten blind, an den Oberflächen der Knochen endigen. Stoßen sie, wie an den Gelenkenden, auf einen Knorpelüberzug, so gehen die einzelnen Kanälchen an der Grenze bogenförmig ineinander über. Diese Fortsätze heißen Knochenkanälchen (Canaliculi ossium, früher corpuscula chalcophora) und bilden ein zusammenhängendes System von seinen Röhrchen im Knochen, in welchen die aus den Blutgefäßen stammende Ernährungsflüssigkeit in alle Theile des Knochengewebes verbreitet wird.

Die Grundlage für diese Gebilde geben die Knochenzellen ab, welche im Innern der Knochenkörperchen liegen und dieselben entweder ganz oder nur zum Theil ausfüllen. Sie sind kleine, rundliche oder plattgedrückte Zellen, welche kernhaltig sind und aus einer dünnen Membran bestehen, die nach einigen auch die Knochenkanälchen auskleiden, nach andern wiederum keine Fortsätze in dieselben schicken soll.

Ein für die Existenz des Knochens wesentliches Attribut bildet die Beinhaut oder Knochenhaut (Periosteum). Dieselbe ist eine feste, fibröse, aus fibrillärem Bindegewebe und elastischen Fasern bestehende Haut, welche den Knochen überall, mit Ausnahme der durch Knorpel überzogenen Gelenkenden und der Stellen, an welchen sich Muskeln und Bänder anfetzen, überzieht. Im Gegensatz zu der die Markhöhle auskleidenden Haut, dem sogenannten Periosteum internum, wird die Beinhaut auch Periosteum externum genannt.

Die Knochenhaut ist sehr reich an Gefäßen und Nerven, und indem sie von jenen zahlreiche Zweige an den Knochen abgibt, ist sie die Erhalterin desselben. Auch Nerven erhält der Knochen von der Beinhaut. Durch die Havers'schen Kanälchen dringen die arteriellen Blutgefäße durch die compacte bis in die schwammige Substanz, wo sie mit den durch die Ernährungsöffnungen (Foramina nutritia) — welche sich an der Oberfläche der Knochen befinden und Kanäle in dessen Inneres senden — in das Mark gelangten und von da wiederum in den Knochen eingedrungenen Blutgefäßen anastomosiren.

Das Knochenmark (Medulla ossium) ist eine sehr

weiche gelbliche Masse, welche die Markhöhle der Knochen ausfüllt. Dieselbe besteht vorwiegend aus Fettzellen, welche von einem spärlichen, sehr gefäßreichen Bindegewebe durchsetzt sind, das gegen den Knochen zu dichter wird, ohne aber eine eigentliche, zusammenhängende Membran zu bilden, dennoch aber den Namen der Markhaut oder innern Beinhaut (Endosteum oder Periosteum internum) erhält.

Außer den Blutgefäßen, Arterien und Venen wollen einige auch Lymphgefäße in den Knochen entdeckt haben, was von andern jedoch verneint wird. Die Venen begleiten zum Theil die größern Arterien, zum Theil laufen sie aber auch für sich, namentlich die feinern Zweige, aus dem Knochen zur Beinhaut. Die Nerven verlaufen, und zwar ziemlich zahlreich, mit den größern Gefäßen, und dringen bis in die schwammige Substanz, während sie durch die Foramina nutritia bis in die Markhöhle gelangen.

In Bezug auf die Entstehung unterscheidet man zwei Arten von Knochen, primäre, welche aus einer knorpeligen Anlage hervorgehen, und secundäre, welche sich aus einem weichen Blastem herausbilden. Die meisten Knochen entstehen auf die erste Art, während der bei weitem kleinste Theil seinen Ursprung der zweiten Art verdankt.

Nach ihrer Form unterscheidet man lange, platte und dicke Knochen.

Die langen Knochen (Ossa longa), auch Röhrenknochen oder cylindrische Knochen (Ossa cylindrica) sind vorwiegend nach der Längsrichtung ausgebildet, sodaß sie das Aussehen einer Röhre haben und sich überall da vorfinden, wo schnelle und ausgiebige Bewegungen hervorgebracht werden sollen. Man unterscheidet an ihnen ein Mittelstück (Corpus oder Diaphysis) und zwei Endstücke (Extremitates oder Apophyses).

Das Mittelstück ist meist von prismatischer oder cylindrischer Form, besteht fast nur aus Rindensubstanz und hat in seinem Innern eine mit Knochenmark ausgefüllte Höhle.

Die Endstücke schwellen an, sind weniger compact, indem sie fast nur aus schwammiger Substanz bestehen, welche von einer dünnen Schicht Rindensubstanz überkleidet wird, und dienen mit Knorpel bedeckt als Gelenkflächen. Im jugendlichen Zustande sind sie behufs des Wachsthums durch Knorpel mit dem Mittelstück verbunden und heißen dann Epiphysen (Epiphyses), später verknöchern dieselben jedoch, sodaß sie dann mit der Diaphyse ein Stück bilden.

Die platten oder breiten Knochen (Ossa plana oder Ossa lata) sind vorzugsweise in der Flächenrichtung ausgebildet. Sie dienen besonders zur Bildung von Höhlen, um wichtige Organe, wie das Gehirn, die Beckenorgane u. s. w. aufzunehmen, oder zu Anheftung vieler und starker Muskeln. Sie werden aus zwei compacten Knochentafeln gebildet, zwischen welchen sich schwammige Knochensubstanz, die sogenannte Diploë befindet. Werden lange Knochen mit zur Höhlenbildung verwendet, so zeigen sie eine breitgedrückte Form, wie die Rippen, welche die Brusteingeweide umfassen und schützen.

Die dicken Knochen (Ossa brevia oder Ossa multiformia) sind meist kurz und unregelmäßig vielseitig. Sie finden sich immer in größerer Zahl beieinander vor und werden da verwendet, wo neben einer bedeutenden Festigkeit, doch ein gewisser Grad von Beweglichkeit bezweckt wird, was dadurch erreicht wird, daß mehrere an sich nur wenig bewegliche Knochenstücke zu einer beweglichen Reihe vereinigt werden; wie wir bei der Wirbelsäule, bei den Hand- und Fußwurzelknochen finden. Diese Knochen bestehen [illegible] schwammiger Substanz und sind von einer [illegible] Schicht Rindensubstanz überzogen.

An jedem Knochen finden sich bestimmte [illegible] Winkel, Ränder, Erhabenheiten und Vertiefungen, welche besondere Namen führen.

Fläche (Superficies) wird jede den Körper begrenzende Ebene genannt. Ist dieselbe mit [illegible] überzogen und dient als Gelenkfläche, so [illegible] Superficies articularis oder Superficies glabra.

Ein Winkel (Angulus) wird gebildet, [illegible] Knochenflächen mehr oder weniger scharf [illegible] stoßen.

Unter Rand (Margo) versteht man die [illegible] breiter Knochen. Derselbe kann sehr verschieden sein.

Die Erhabenheiten sind sehr verschieden, werden nach ihrer Form bezeichnet mit: Kopf, Köpfchen (Capitulum), Gelenkkopf [illegible] wobei noch oft ein Hals (Collum) in Betracht [illegible] Höcker (Tuber, Tuberositas oder Trochanter), [illegible]chen (Tuberculum), Erhabenheit (Protuberantia), Stachel (Spina), Ast (Ramus), Fortsatz (Processus), Leiste oder Kamm (Crista), Linie [illegible]

Die Vertiefungen führen folgende [illegible] Grube (Fovea, rundlich, Fossa, rinnenartig), [illegible] drücke (Impressiones), Furche (Sulcus), Einschnitt (Incisura), Spalte (Fissura), Loch (Foramen), [illegible] (Canalis).

Die Verbindung des Knochens (Articulatio ossium oder Nexus ossium) findet auf [illegible] denste Art und Weise statt. Eine sehr [illegible] Uebersicht von den verschiedenen Vereinigungen [illegible] uns Bock, der wir ihrer leichten Faßlichkeit [illegible] hier folgen. Nach demselben hat man zu [illegible] scheiden.

I. Die unbewegliche Verbindung (Synarthrosis).

A. Unmittelbare Synarthrose.

a. Naht (Sutura), wobei die Zacken der Knochenrandes in Vertiefungen des andern [illegible] wie dies zwischen den Kopfknochen [illegible]

α. Wahre Naht (Sutura vera), bei [illegible] die Zacken deutlich ausgeprägt sind.

1. Zahnnaht (Sutura dentata), [illegible] Zacken parallel laufende lange Zähne [illegible] wie z. B. bei der Pfeilnaht (Sutura sagittalis) des Schädels.

2. Sägennaht (Sutura serrata), [illegible] Zacken kleiner sind und mit ihren Spitzen [illegible] übereinander liegen, wie bei der [illegible] (Sutura coronalis).

3. Zweignaht (Sutura limbosa), [illegible] einzelnen Zacken seitwärts wieder [illegible] sind, wie bei der Lambdänaht (Sutura lambdoidea).

β. Falsche Naht (Sutura spuria oder [illegible]) bei welcher die aneinanderliegenden [illegible] ränder ohne merkliche Vertiefungen [illegible] sind. Sie ist:

1. Schuppennaht (Sutura squamosa), [illegible] der eine Knochenrand schuppenartig [illegible] andern weggeschoben ist, wie bei der [illegible] des Schläfenbeins.

2. Anlagerung (Harmonia), wenn [illegible] Ränder aneinanderstoßen, wie bei [illegible] denen Gesichtsknochen.

b. Einkeilung (Gomphosis), wobei ein [illegible] wie ein Keil oder Nagel in den andern [illegible] ist, wie die Zähne in die Kiefer.

ittelbare Synarthrose.
norpelhaft, Knorpelfuge (Synchondro- oder Symphysis), wobei zwischen zwei Knochenflächen ein Knorpel eingeschoben ist, wie in Verbindung des Kreuzbeins mit dem Darmbeine.
Bandhaft (Syndesmosis), wobei zwei Knochen durch kurze, straff von einem zum andern gezogene Bänder vereinigt sind.
ie bewegliche Verbindung, Gelenkbindung (Diarthrosis).
Straffes Gelenk (Amphiarthrosis). Dasselbe steht, wenn zwei sich berührende Knochen nur wenig aneinander hin- und hergleiten können, wie bei den Hand- und Fußwurzelknochen.
Roll- oder Drehgelenk (Rotatio oder Trochoides), wobei sich ein Knochen nur in einem oben oder drittel Kreise entweder um seine eigene Achse oder um die ihm parallel liegende eines andern Knochens bewegt.
Winkel-, Charnier- oder Gewerbegelenk, Gewinde (Ginglymus). Dasselbe besteht darin, daß sich ein langer Knochen mit seinem Ende an dem eines andern immer nur in einer Ebene bewegt, wie die Fingerglieder und der Vorderarm am Oberarm.
Sattelgelenk. Dasselbe wird dadurch gebildet, daß die Gelenkflächen in einer Richtung convex und in der darauf senkrechten concav gekrümmt sind, sodaß die sich berührenden Knochen in zwei aufeinander senkrechten Ebenen beweglich sind, wie das Brustbein- Schlüsselbeingelenk und wie das Handwurzel-, Mittelhandwurzelgelenk des Daumens.
Freies Gelenk (Arthrodia). Dasselbe erlaubt eine Bewegung nach allen Richtungen hin, und entsteht dadurch, daß ein kugelig gekrümmter Gelenkkopf in eine gleich gekrümmte Vertiefung eingreift. Ist diese Grube sehr tief, daß sie den Gelenkkopf weit umgreift, wie die Pfanne den Schenkelkopf, so nennt man dies ein Nußgelenk (Enarthrosis). Gesehen von der Form der Gelenkenden, hängt Beweglichkeit derselben auch von dem dabei beteiligten Bandapparat ab, der seine größte Ausdehnung bei der Diarthrose erlangt. Wir finden hier ist die fibrösen Kapselbänder (Ligamenta capsularia) aus fibrillärem Bindegewebe, welche wie mehr oder weniger strafser Schlauch von einem Gelenkende zum andern gehen und so die Gelenkenden umschließen. Ausgekleidet sind sie mit der Synovialhaut (Membrana synovialis), welche aus Bindegewebs- und elastischen Fasern mit wenigen Gefäßen und Nerven besteht. An ihrer freien, nach den Gelenkhöhlen zugekehrten Fläche ist die Synovialhaut mit einem einfachen oder mehrschichtigen Pflasterepithelium überzogen.
An der Synovialhaut wird die Gelenkschmiere (Synovia), eine dicke, klebrige, blaßgelbliche, eiweißreiche Flüssigkeit, abgesondert, welche dazu dient, die Reibung der Gelenkenden, welche an sich schon durch den dieselben überziehenden Knorpel wesentlich verringert ist, noch mehr zu mindern.
Außer den Kapselbändern finden sich auch noch Fasbänder oder Faserbänder (Ligamenta accessoria oder Ligamenta fibrosa), welche über das Gelenk hinweg von einem Knochen zum andern gehen und zur Verstärkung der Kapselbänder dienen. Sie festigen die Verbindungen und schränken die Beweglichkeit der Gelenke zum Theil ein. Sie bestehen aus Bindegewebssträngen von großer Festigkeit und unterscheiden sich als äußere Hülfsbänder (Ligamenta accessoria externa), welche meist mit den Kapselbändern verwachsen sind, und als innere Hülfsbänder (Ligamenta accessoria interna), welche sich jedoch nicht an allen Gelenken finden und in der Gelenkhöhle, nur von der Synovialhaut überzogen, liegen.

An manchen Gelenken finden sich außer den knorpeligen Gelenküberzügen auch noch Zwischen- oder Schaltknorpel (Cartilagines interarticulares oder Menisci). Dieselben sind faserknorpelige Scheiben, welche in einigen Gelenkhöhlen den Gelenkflächen parallel liegen und hier elastische Unterlagen bilden, die entweder Reibung und Stoß vermindern oder die Gelenkflächen vergrößern oder vertiefen sollen. Die äußern Ränder verwachsen mit dem Kapselbande, und so wird, wenn die Verwachsung vollständig ist, die Gelenkhöhle in zwei voneinander abgesonderte Räume getrennt, von denen jeder seine eigene Synovialhaut hat, die auch den Zwischenknorpel mit überzieht.

4. Muskelsystem.

Die Muskeln (Musculi) sind die Organe, welche die Bewegung im thierischen Körper hervorbringen. Sie werden, im Gegensatz zu den Knochen, welche die passiven Bewegungsorgane sind, und die ihnen meist zum Ursprung und Ansatz dienen, die activen genannt. Sie bilden räumlich den Haupttheil des Körpers und haben die Fähigkeit, auf Geheiß des Willens, oder durch andere Reize veranlaßt, sich zusammenzuziehen, wobei sie ihre Gestalt verändern, indem sie kürzer und so ihre Endpunkte einander genähert werden, wodurch die Distanz zwischen beiden kleiner wird, während das Volumen sich nur wenig verringert, da die Muskeln das, was sie an Länge einbüßen, an Umfang wieder gewinnen.

Die Muskeln sind von weicher Consistenz, feucht und von heller oder dunkelrother Farbe, je nach der Massenhaftigkeit der Substanz, und stellen so das Fleisch (Caro) dar. Zusammengesetzt werden sie aus gröbern Bündeln (Fasciculi musculares), welche ziemlich parallel nebeneinander liegen und nur selten im Winkel aneinanderstoßen. Diese mit bloßem Auge wahrnehmbaren Bündel, welche von Bindegewebshüllen umgeben sind, die mit der den ganzen Muskel umgebenden gemeinschaftlichen Umhüllung (Vagina musculi) im Zusammenhange stehen, zerfallen wiederum in feinere Bündel, welche aus den sogenannten Muskelfasern (Fibrae musculares) bestehen. Von diesen unterscheidet man wiederum zwei Arten: die quergestreiften und die glatten Muskelfasern.

Die quergestreiften Muskelfasern, auch Muskelprimitivbündel genannt, kommen in allen durch den Willen bewegbaren, den animalischen Muskeln, ohne Ausnahme vor, sowie in einigen nicht von dem Willen abhängigen Muskeln, wie im Herzfleisch und dem obern Drittheil der Speiseröhre. Sie zeichnen sich besonders durch eine Querstreifung aus, welche die ganze Faser durchsetzt. Ihre Dicke wechselt sehr und schwankt zwischen 0,25‴ und 0,005‴. Ueber die Länge der Fasern sind noch die Meinungen getheilt. Nach der einen sollen, wenn auch nicht in allen, so doch in sehr vielen Fällen die Fasern die Länge des Muskels haben, dem sie angehören, nach der andern soll diese Länge geringer sein als die des betreffenden Muskels, sodaß sich mehrere Fasern aneinanderreihen müssen, um die Länge des Muskels hervorzubringen. An ihren Enden laufen die Muskelfasern spitz zu, oder, was auch vorkommt, dieselben spalten sich und greifen so ineinander.

Eine solche Muskelfaser besteht aus einer structur-

losen, sehr dünnen Hülle (Sarcolemma, oder Myolemma), welche der Zellenmembran entspricht und die nur an den Muskelfasern des Herzens fehlen soll. In dieser Hülle befindet sich ein Inhalt, welcher die eigentliche contractionsfähige Substanz bildet und dem das quergestreifte Ansehen eigen ist. Die Frage, woher dasselbe rühre, ist noch unbeantwortet, und verschiedene Hypothesen suchen dieselbe zu lösen. Außerdem zeigen die quergestreiften Muskelfasern noch eine Längsstreifung, davon herrührend, daß der Inhalt nochmals in der Längsrichtung in höchst feine parallelliegende Fäserchen gespalten ist, die Primitivfasern oder Muskelfibrillen genannt werden. An der innern Fläche des Sarkolems finden sich auch noch in regelmäßigen Abständen längliche Kerne, Sarkolemkerne, die Ueberbleibsel der frühern Zellenkerne.

Die glatten Muskelfasern, auch muskulöse oder contractile Faserzellen genannt, kommen nur da vor, wo vom Willen unabhängige Bewegungen stattfinden, mit Ausnahme des Herzens und des obern Drittheils des Oesophagus, wie schon oben erwähnt wurde. Sie treten nie in so großen Massen auf, wie die quergestreiften Muskelfasern, und bilden stets einen integrirenden Bestandtheil anderer Organe, als welcher sie den Namen organische Muskeln führen. Dieselben finden sich in den Muskelhäuten des Verdauungskanales vom untern Drittheil der Speiseröhre angefangen bis zum After, ferner in den Harnleitern, der Harnblase, den Samenbläschen und der Gebärmutter, sowie in der Iris, der Gefäßhaut des Auges, in den Bronchien der Lunge bis in deren feinste Verzweigungen, den Ausführungsgängen vieler Drüsen, in den Blutgefäßen, der Brustwarze, der Fleischhaut des Hodens und endlich in der Lederhaut, soweit dieselbe behaart ist, indem die Muskelfasern zu ein bis zwei Bündeln vereinigt sich daselbst an die Haarbälge ansetzen und die Talgdrüsen umfassen.

Die glatten Muskelfasern sind spindelförmige, cylindrische oder leicht abgeplattete, rhombenförmige Fasern, die stets nur einen Kern enthalten und vollständige Zellen darstellen, die eine Länge von 0,02‴ bis 0,04‴ und eine Breite von 0,002‴ und darüber besitzen. Zellenmembran und Inhalt sind innig miteinander verschmolzen und lassen nur selten einen Unterschied erkennen. Von den quergestreiften Muskelfasern unterscheiden sie sich zunächst durch den Mangel der Querstreifung und dann durch die bedeutend größere Kürze und Schmalheit.

Die contractilen Faserzellen können entweder einzeln und zerstreut vorkommen, oder sie werden gleichfalls durch lockeres Bindegewebe, dem elastische Fasern beigemischt sind, zu Muskelbündeln vereinigt und bilden dann entweder glatte Stränge oder Muskelhäute, wie wir sie vorzugsweise und besonders entwickelt im Verdauungskanal finden.

Behufs seiner Ernährung, die bei der starken Thätigkeit eine sehr ergiebige sein muß, besitzt der Muskel zahlreiche Blutgefäße, die in geradem Verhältnisse zur Größe desselben stehen. Dagegen sind Lymphgefäße nur spärlich vorhanden und fehlen an kleinern Muskeln gänzlich.

Nerven, die die Thätigkeit des Muskels anregenden Organe, kommen in jedem Muskel vor, stehen aber in keinem Verhältniß zur Größe desselben, denn kleine Muskeln können sehr zahlreiche Nerven besitzen, während umgekehrt große nur wenige haben. Ueber die Endigung der Nervenfasern in den Muskeln sind die Meinungen noch sehr getheilt und herrschen darüber vielfache, sich oft widersprechende Ansichten. Empfindungsnerven besitzt der Muskel nur wenige.

Außer nach ihren histologischen Eigenschaften nachdem quergestreifte oder glatte Fasern [illegible] sind, oder nach ihren physiologischen, [illegible] kürliche oder unwillkürliche Thätigkeit ins [illegible] wird, kann man die Muskeln nach ihrer [illegible] Erscheinung eintheilen. Man unterscheidet [illegible] Hauptgruppen, und zwar solide und hohle [illegible]

Die soliden Muskeln unterscheiden [illegible] je nach der Dimension, in welcher sie [illegible] ausgebildet sind. Danach hat man:

Lange Muskeln (Musculi longi), [illegible] sonders die lineare Ausdehnung vorherrscht [illegible] können wiederum einfache, in denen [illegible] weniger parallel laufenden Fasern gemeinschaftlich springen und auch so wieder enden, oder [illegible] gesetzte sein, je nachdem sie entweder [illegible] sprungs- oder Ansatzstellen haben. Die [illegible] keln kommen vorzugsweise an den Extremitäten [illegible]

Breite oder Flächenmuskeln (M[illegible] mit vorwaltender Ausdehnung in die [illegible] Breite. Es sind meist dünne, flache Muskeln [illegible] größerer Ausdehnung oder mit einzelnen [illegible] den Knochen entspringen.

Dicke Muskeln (Musculi crassi), bei [illegible] niger die Längsrichtung vorherrscht, dagegen [illegible] und namentlich die Mächtigkeit stärker aus[illegible]

Schließ- oder Ringmuskeln (Mus[illegible] lares oder Sphincteres), welche aus kreisförmig einandergelagerten Fasern bestehen, meist von Mächtigkeit sind und gewisse natürliche Öffnungen des Körpers, die sie durch ihre Zusammenziehung schließen können, umgeben. Dieselben nähern [illegible] unwillkürlichen Muskeln und stehen auch [illegible] mit Knochen in Verbindung, wie z. B. der [illegible] muskel des Mundes.

Die Hohlmuskeln sind meist unwillkürliche Muskeln. Sie kommen in so großen Massen [illegible] andern Muskeln und bilden meist Häute [illegible] großer Flächenausdehnung. Nur im Herzen [illegible] ein solidarer Hohlmuskel entgegen.

An den willkürlichen Muskeln unterscheiden [illegible] wiederum verschiedene Theile, und zwar:

Den Kopf (Caput), das obere Ende, [illegible] an einen festen oder relativ festern Punkt [illegible] sprungs- oder Befestigungspunkt (Punctum [illegible] oder adhaesionis, Origo) anheftet;

den Bauch (Venter), den mittlern fleischigen Theil, der die eigentlichen muskulösen Massen [illegible] stellt; und

den Schwanz (Cauda), das untere Ende, [illegible] sich an einen beweglichen Punkt, den Ansatzpunkt (Punctum mobile oder insertionis), der durch Zusammenziehung der Muskelfasern dem Ursprungspunkt genähert wird und so die passive Bewegung [illegible] bringt, ansetzt.

Hat ein Muskel mehr als einen Kopf, so [illegible] mehrköpfig (zwei- oder dreiköpfiger [illegible] Muskel, Musculus biceps oder triceps u. s. w.) [illegible] Köpfe zackenförmig, so heißen sie Zähne (Dentes oder Digitationes); ist der Bauch dagegen [illegible] so heißt der Muskel mehrbäuchig (Digastricus, Biventer). Setzen sich die Muskelfasern nicht [illegible] zusammen, sondern treten sie schräg an [illegible] heran, so wird der Muskel, wenn die Fasern [illegible] Seiten der Sehne liegen, diese also zwischen [illegible] gefiedert (Musculus pennatus) genannt; [illegible] sie sich dagegen nur an einer Seite der [illegible] heißt der Muskel halbgefiedert (Musculus [illegible] pennatus). Auch die Ansätze können getrennt [illegible] welchem Falle man dann einen mehrsch[illegible]

el (Musculus bicaudatus oder tricaudatus u. s. w.) heidet.

) nach ihrer Wirkung werden die Muskeln ein-; danach unterscheidet man:

usammenwirkende Muskeln (Socii), welche, itig in Thätigkeit gesetzt, eine gemeinschaftliche ung hervorbringen.

Gegenwirkende Muskeln (Antagonistae), an entgegengesetzten Punkten liegend, in Thätigsetzt, auch eine entgegengesetzte Wirkung hervorn, wie z. B. Beuger und Strecker. Contrahiren gleichzeitig, so heben sie sich in ihrer Wirkung eitig auf.

skeln, welche Theile in der Längenrichtung einnähern, heißen Beuger (Flexores), dagegen ker, wenn sie die Theile in derselben Richtung ander entfernen.

ern die Muskeln die einzelnen Theile der Mittelbes Körpers oder der Mittellinie eines Gliedes, rden sie Anzieher (Adductores) genannt, ent- sie dieselben dagegen von der Mittellinie, so sie Abzieher (Abductores). Muskeln, welche Theil um seine eigene Achse oder um einen Theil als Achse in einem mehr oder weniger Kreisabschnitt bewegen, führen den Namen uskeln (Rotatores), und zwar, wenn die Be- g nach innen, nach der Mittellinie des Körpers tfindet, Vorwärtsdreher (Pronatores), Rückdreher (Supinatores) dagegen, wenn die Be- g nach außen hin ausgeführt wird.

den Muskeln stehen eine Anzahl von Hülfsn in Verbindung, die zum größten Theil aus und elastischem Gewebe bestehen und deren ung in der mechanischen Wirkung derselben be- Es sind:

Fibröse Hülfsorgane. Ihrer Hauptmasse ach bestehen dieselben aus Bindegewebsfasern, ie zu einem dichten und festen Ganzen sich verinen und so mit einer gewissen Beugsamkeit eine roße Haltbarkeit verbinden. Je nach der Form, welcher diese fibrösen Hülfsorgane sich zeigen, nterscheidet man:

) Flechsen, Sehnen (Tendines). Dieselben stellen strangförmige Organe dar, welche die Endpunkte der Muskeln mit den Knochen verbinden. Durch dieselben kann der Muskel auf sehr weit von seinem Ursprunge gelegene Punkte wirken und leicht eine andere Richtung durch Rollen (Retinacula) gegen den zu bewegenden Theil erhalten.

) Fibröse Häute (Aponeuroses Fasciae, Tunicae fibrosae). Diese bilden breite, dünne Sehnen, welche an den Enden flacher Muskeln vorkommen, oder sie stellen sehnige Häute dar, welche theils alle Muskeln eines Gliedes oder größere Muskelpartien und auch einzelne Muskeln einhüllen, um diese besser in ihrer Lage zu erhalten, theils aber auch Muskeln zum Ursprung dienen. Die Scheidewände, welche von den die Muskeln umgebenden Häuten zwischen die einzelnen Muskelgruppen eindringen und sich an den Knochen anheften, heißen Zwischenmuskelbänder (Ligamenta intermuscularia).

) Fibröse Sehnenscheiden (Vaginae tendinum fibrosae). Dieselben bilden Kanäle, in denen die Flechsen geschützt und in unverrückbarer Richtung laufen; sie hängen mit der Knochenhaut zusammen und sind mit einer Synovialblase ausgekleidet.

Faserknorplige Platten, Scheiden oder Rinnen. Dieselben haben zum Zweck, die Reibung der Sehnen zu verhindern; sie befinden sich deshalb da, wo diese dicht über Knochen gehen und eine veränderte Richtung erhalten.

3) Synovialblasen. Dieselben sind in ihrem Bau und in ihrem Zweck ganz den Synovialhäuten der Gelenke analog und kommen da vor, wo Muskeln oder Sehnen an Knochen, Knorpeln, faserknorpeligen Scheiden aneinander hin- und hergleiten, damit dieselben sich nicht gegenseitig reiben. Man unterscheidet zwei Arten von Synovialblasen:

a) Schleimbeutel (Bursae mucosae oder Bursae synoviales), welche einfache rundliche, mit Gelenkschmiere (Synovia) gefüllte Kapseln darstellen. Dieselben liegen meist zwischen Knochen und Muskeln oder zwischen Knochen und Sehnen und dienen den letztern vorzugsweise als elastische Unterlage, um namentlich bei Bewegungen die Reibungen der Theile aneinander zu verringern.

b) Schleimscheiden der Sehnen (Vaginae tendinum mucosae oder Vaginae tendinum synoviales), welche längliche, cylinderförmige, mit Synovia gefüllte Schläuche bilden, durch welche ein Kanal läuft, in welchem die Sehne liegt, sodaß sie mit Leichtigkeit ohne große Reibung in demselben hin- und herbewegt werden kann.

5. Gefäßsystem.

Gefäße (Vasa) im weitern Sinne heißen alle im Körper vorkommenden häutigen Röhren, welche Flüssigkeiten führen. Dieselben sind vielfach verzweigt und unterscheiden sich je nach ihrem Inhalt in Blut-, Lymph-, Chylus-, Gallen-, Samen- u. s. w. Gefäße. Im engern Sinne versteht man unter Gefäßen dagegen nur die Blut- und Lymphgefäße.

Die Blutgefäße (Vasa sanguifera) bilden ein geschlossenes Röhrensystem und stehen alle miteinander in Verbindung. In ihnen befindet sich das Blut, welches durch die Thätigkeit des Herzens, das den Mittelpunkt des Gefäßsystems bildet, in einer ununterbrochenen Bewegung, dem Kreislauf, und zwar dem großen und kleinen Kreislauf, erhalten wird.

Man unterscheidet drei Arten von Blutgefäßen: Puls- oder Schlagadern (Arteriae), Blutadern (Venae) und Haargefäße (Vasa capillaria).

Die Pulsadern führen das Blut vom Herzen zu allen Theilen des Körpers. Die Blutadern leiten dasselbe wieder zum Herzen zurück, während die Haargefäße die feinsten Verzweigungen darstellen, welche die Verbindung zwischen Arterien und Venen vermitteln.

Die Lymphgefäße (Vasa lymphatica, auch Vasa absorbentia oder resorbentia), stehen mit dem Blutgefäßsystem in Verbindung und führen eine weißliche Flüssigkeit, die Lymphe, welche sie in das Venenblut ergießen. Eine Unterabtheilung der Lymphgefäße bilden die Chylusgefäße (Vasa chylifera), welche den Speisesaft (Chylus) führen.

Alle Gefäße sind cylindrische Röhren, deren runde Oeffnungen (Lumina) sehr verschieden große Durchmesser haben. Von einem gemeinsamen Stamme (Truncus) ausgehend, verzweigen sie sich in die feinsten Aeste, deren Gesammtquerschnitt jedoch größer ist als der des Stammes.

Verbindungen von Gefäßen gleicher Art, also von Arterien mit Arterien und Venen mit Venen u. s. w., finden vielfach statt. Dieselben heißen:

1) Zusammenmündungen (Anastomoses), wenn zwei Gefäße unmittelbar ineinander übergehen.

2) Adernetz (Rete vasculosum), wenn mehrere kleine Gefäßzweige in verschiedenen Richtungen zusammentreten.

3) Adergeflecht (Plexus vasculosus), wenn mehrere in paralleler Richtung nebeneinanderlaufende Gefäße durch Anastomosen unter sich in Seitenverbindungen stehen.

Alle Gefäße, mit Ausnahme der Capillaren, bestehen aus concentrischen Schichten, von welchen man bei Arterien und Venen drei Lagen unterscheidet, und zwar:

a) Die innere Gefäßhaut (Tunica intima, auch Tunica glabra vasorum), welche aus elastischen Fasern besteht, die in der Längsrichtung des Gefäßes aneinander gelagert sind. Auf der freien Innenfläche ist die Tunica intima mit Pflasterepithel bedeckt.

b) Die mittlere Gefäßhaut, Ringfaserhaut (Tunica media). Dieselbe enthält vorzugsweise glatte Muskelfasern, welche senkrecht zur Längsrichtung an der Gefäßwand verlaufen. Außerdem finden wir hier noch elastische Fasernetze sowie auch Bindegewebe, Gefäße und Nerven.

c) Die äußere Gefäßhaut (Tunica externa oder Tunica adventitia). Diese besteht vorzugsweise aus Bindegewebe mit elastischen Fasernetzen, welche mit einem reichlichen Capillargefäßnetz versehen und durch lockeres Bindegewebe mit den benachbarten Organen verbunden sind.

Die kleinern Blutgefäße, welche die größern behufs der Ernährung derselben umstricken, heißen Gefäße der Gefäße (Vasa vasorum) und entspringen stets von benachbarten Gefäßen, aber niemals von dem zu ernährenden Gefäße selbst, und durchsetzen die äußere und mittlere Gefäßhaut, um an der äußern Fläche der innern Haut zu endigen.

Außer diesen allgemeinen Eigenschaften finden sich an einzelnen Theilen des Gefäßsystems auch noch besondere, die bestimmte Provinzen charakterisiren.

Den Centralpunkt des ganzen Gefäßsystems bildet das Herz (Cor), ein hohler Muskel aus quergestreiften Fasern, die jedoch, wie schon oben erwähnt, nicht unter dem Einflusse des Willens stehen. Dieselben treten zu schmalen Bündeln zusammen, die sich wiederum in der verschiedensten Weise und in oft sehr verschlungenen Bahnen untereinander kreuzen. Zwischen den einzelnen Fasern findet sich ein spärliches Bindegewebe. Das Herz stellt einen hohlen Muskel dar, welcher durch verschiedene Scheidewände in mehrere Abtheilungen, die beiden Herzkammern mit ihren Vorhöfen, getheilt wird. Ausgekleidet wird das Herz durch eine durchsichtige oder mattweiße Haut, das Endocardium, welche alle Theile des Herzinnern überzieht und an einigen Stellen, den Einmündungen der Vorhöfe in die Kammern und an den Austrittspunkten der Schlagadern, Falten, die sogenannten Herzklappen, bildet. Das Endocardium läßt drei Schichten erkennen, eine innere aus ein- oder mehrfachem Pflasterepithelium, sodann eine Schicht elastischer Fasern und eine äußere unmittelbar an die Muskulatur angrenzende aus Bindegewebe, welche mit reichlichen elastischen Fasern durchsetzt ist. Außerdem finden sich im Herzfleische noch ernährende Gefäße sowie kleine Ganglien und Nervenfäden.

Die Schlag- oder Pulsadern (Arteriae) entspringen aus dem Herzen. Sie sind, da sie einen stärkern Druck als die übrigen Gefäße auszuhalten haben, auch mit viel dickern Wänden versehen als diese, namentlich ist die Ringfaserhaut stark entwickelt. Je nach der Größe zeigen die Arterien [illegible] schiedenen Bau, und kann man große, [illegible] kleinere Arterien unterscheiden, welche letztere [illegible] sonders dadurch auszeichnen, daß in der [illegible] die elastischen Fasern fehlen.

Die Haargefäße (Vasa capillaria) [illegible] Uebergang von den Arterien zu den Venen, [illegible] in allen Theilen des Körpers, mit Ausnahme [illegible] Horngewebe, mehr oder weniger dichte Gefäßnetze [illegible] nach der Energie des Stoffwechsels in derselben [illegible] gehen allmählich aus den sich immer mehr [illegible] feinsten Arterien hervor.

Die Capillargefäße zeigen nicht verschiedene [illegible] in ihrem Bau, sondern sie bestehen aus einer [illegible] structurlosen, wasserhellen, zarten Haut, zu [illegible] aneinandergereihten Zellenmembranen, an denen [illegible] oder an deren Wand man noch in größern oder [illegible] Zwischenräumen längliche und ovale Kerne [illegible] Diese Capillargefäßhaut ist die unmittelbare [illegible] der Tunica intima der größern Gefäße und [illegible] ihrer Innenfläche auch kein Epithel.

Die Blutadern (Venae) nehmen ihren [illegible] aus den Haargefäßen, indem dieselben zu größern [illegible] fäßchen sich vereinigen, die wiederum [illegible] anastomosiren, bis sie die großen Venenstämme [illegible] setzen.

Da der Druck in den Venen geringer ist [illegible] Arterien, so sind deren Wände auch dünner [illegible] als die der Arterien, die Ringfaserhaut ist [illegible] mächtig und eigentliche elastische Häute [illegible] ganz. An manchen Stellen bildet die [illegible] halbmondförmige, taschenähnliche Duplicaturen [illegible] je zwei einander so gegenüberstehen, daß [illegible] Ränder centripetal gerichtet sind, sodaß sie [illegible] Blutstrom staut, aufgebläht werden. Nicht [illegible] Venen befinden sich diese Klappen, sondern [illegible] denjenigen Stellen, wo das Blut durch [illegible] der Bluthäute oder durch Druck leicht [illegible] könnte.

Die Lymphgefäße, Saugadern (Vasa lymphatica oder Vasa resorbentia) gleichen in [illegible] sehr den Venen, nur daß sie noch dünner [illegible] sind. Sie bilden kein in sich zurücklaufendes [illegible] system, denn während sie in fast allen Theilen des Körpers mit noch unbekannten Anfängen [illegible] ergießen sie ihren Inhalt in das Venenblut. Hauptstamm bildet der Ductus thoracicus, [illegible] besondere Art der Lymphgefäße bilden die [illegible] gefäße (Vasa chylifera), welche im Bau [illegible] vollkommen gleich sind und sich nur dadurch [illegible] zeichnen, daß sie in der Darmwand verlaufen und [illegible] den Darmzellen aufgesogenen Milchsaft [illegible] führen.

Während ihres Verlaufs treten die Lymphgefäße [illegible] ein oder mehrere mal in Lymphdrüsen (Glandulae lymphaticae) ein, verbreiten sich in denselben [illegible] laufen wiederum aus denselben heraus.

Den Inhalt der Blutgefäße bildet das Blut (Sanguis). Dasselbe ist eine verschieden rothgefärbte, [illegible] klebrige Flüssigkeit. Unter dem Mikroskope [illegible] in ihr zwei Elemente erkennen, die Blutkörperchen, welche theils schwachröthlich, theils farblos [illegible] eine wässerige Substanz, das Blutplasma. [illegible] das Blut sauerstoff- oder kohlensäurereich ist, erscheint hell- oder dunkelroth, und da das ersteres in den Arterien, letzteres in den Venen des großen Kreislaufes sich befindet, wird es auch arterielles und venöses Blut genannt.

Die Lymphe ist eine dem Blute ähnliche Flüssigkeit von weißlicher oder schwach gelblicher [illegible]

dem Blute besteht sie nur aus Plasma und Elementen, den Lymphkörperchen, welche den n Blutkörperchen zum Verwechseln ähnlich sehen. n Blute hat die Lymphe gleichfalls die Fähig- gerinnen gemein.

chsaft (Chylus) ist die von den Darmzotten n Speisebrei (Chymus) aufgesogene Flüssig- lche die Farbe und Consistenz der Milch besitzt ich an Fettmolecülen ist. Anfangs, ehe er ie Mesenterialdrüsen hindurchgegangen ist, ent- noch wenig zellige Elemente, erst dann zeigen he in größerer Menge, welche den Lymphkörper- anz gleich sind, während der Reichthum an perchen nachläßt. Reiner Milchsaft gerinnt nicht is Blut und die Lymphe. Auf den Lymph- gelangt er mit der Lymphe in den Blutstrom, welchen er nach allen Theilen des Körpers ge- wird; für welche er die nährenden Stoffe ent- ie sich dann die einzelnen Organe assimiliren, später wieder dem Blutstrome zu übergeben, dann durch die Lymphgefäße zugeführt werden.

6. Nervensystem.

Nervensystem ist die Vermittlerin zwischen der und Innenwelt, es befördert die von außen nden Anregungen zum Bewußtsein und läßt e Eindrücke der Sinnenwelt empfinden; es führt fehle des Willens aus und gibt Raum zum und Fühlen. Die Träger aller dieser Thätig- sind das Gehirn und Rückenmark mit den , an welche sich als Hülfsorgane die Sinnes- ge anschließen. Den wesentlichen Theil bildet s Fasern und Zellen zusammengesetzte Nerven-

Nervengewebe (Substantia nervea) ist eine s weiche Masse, welche entweder rein weiß oder thlich gefärbt erscheint. Im erstern Falle heißt eiße Substanz (Substantia alba), im letztern e Substanz (Substantia cinerea) oder auch ensubstanz (Substantia corticalis), weil sie an der Peripherie des Gehirns liegt. Außer- ndet sie sich noch im Centrum des Rückenmarks, zerstreut an verschiedenen Stellen des Gehirns er Ganglien. Die weiße Substanz dagegen bildet uptmasse des Gehirns und Rückenmarks und ist Nervensystem am häufigsten vorkommende.

histologischen Elemente des Nervengewebes sind s feine Fasern, Primitivfasern oder Ner- fern genannt, und Zellen (Ganglienzellen). rstern kommen besonders in der weißen Substanz ie letztern überwiegend in der grauen Substanz.

Nervenprimitivfasern, Nervenröhren llae nerveae oder Tubuli nervei) bilden den n Theil des Nervensystems und überwiegen weit anglienzellen. Sie sind feine runde Fäden von 5'''—0,01''' Durchmesser und entweder mark- g oder marklos.

n den markhaltigen, sogenannten dunkel- igen Fasern kann man drei Theile unter- en: die Scheide, von dieser umgeben das Ner- ark, in dessen Innern sich der Achsencylinder et.

e marklosen Fasern unterscheiden sich von den haltigen dadurch, daß das Nervenmark fehlt und die Scheide den Achsencylinder unmittelbar um- Die marklosen Fasern kommen besonders an den herischen Enden der Nerven vor, als Verlängerung haltiger Röhren, sowie im Geruchsnerv und den athischen Nerven.

Die Nervenzellen, auch Ganglienzellen (Cellulae nerveae) sind runde oder ovale Zellen, meist mehr oder weniger abgeplattet, welche oft einen oder auch mehrere Fortsätze haben, durch welche sie mit Nervenfasern in Verbindung stehen. Die Zellen bestehen aus einer wasserhellen structurlosen Membran und einem körnigen, zum Theil pigmentirten Inhalte, in welchem sich ein Zellkern mit einem, selten mehrern dunkeln Kernkörperchen befindet. Die Größe der Zellen variirt zwischen 0,003—0,06'''.

Das Gehirn und Rückenmark wie die Nerven werden von bindegewebigen Hüllen umgeben, die an verschiedenen Stellen einen andern Charakter tragen.

Im Gehirn und Rückenmark werden die Primitivfasern durch eine feine Bindesubstanz, den Nervenkitt (Neuroglia) zusammengehalten. Als Ganzes sind diese Organe in drei Häute eingehüllt: in die harte Hirn- und Rückenmarkshaut (Dura mater), die Spinnwebenhaut (Tunica arachnoidea) und in die weiche Hirn- und Rückenmarkshaut (Pia mater), welche letztere unmittelbar Gehirn und Rückenmark umgibt, in alle Vertiefungen sich einsenkt und zahlreiche Fortsätze in die Substanz dieser Organe entsendet.

Jeder Nerv wird gleichfalls von einer bindegewebigen Hülle, der Nervenscheide (Neurilemma), umhüllt, die wiederum auch die einzelnen Faserbündel eines Nervenstamms umgibt und Fortsätze zwischen die einzelnen Nervenröhrchen sendet.

An Gefäßen ist die Nervensubstanz überaus reich, namentlich finden dieselben sich am dichtesten in der grauen Substanz, wo sie ein feines zartes Netz bilden.

Nach der Art der Function unterscheidet man das Cerebrospinal-Nervensystem, welches mit dem Willen in Connex steht sowie die Sinnes- und Denkthätigkeit vermittelt, und das sympathische Nervensystem, welches allen vegetativen und der Willkür nicht unterworfenen Functionen vorsteht.

An diesen Systemen unterscheidet man wiederum einen centralen und einen peripherischen Theil. Für das Cerebrospinal-Nervensystem, oder wie es auch als Haupttriebfeder des animalischen Lebens genannt wird, das animale Nervensystem ist, wie schon der Name andeutet, das Gehirn und Rückenmark der Centraltheil, während die von diesen ausgehenden Nerven, lange, dünne, graulich-weiße Stränge von ziemlicher Festigkeit, die sich durch den ganzen Körper verbreiten und Cerebrospinalnerven heißen, den peripherischen Theil desselben bilden.

Für das sympathische Nervensystem sind die Ganglienknoten Centraltheil, und die aus diesen entspringenden Nerven bilden den peripherischen Theil.

7. Hautsystem.

Im allgemeinen versteht man unter Häuten alle in die Fläche ausgedehnten weichen Theile des Körpers; hier haben wir es nur mit vier besondern Arten zu thun: den serösen Häuten (Membranae serosae), den Synovialhäuten (Membranae synoviales), den Schleimhäuten (Membranae mucosae) und den Gefäßhäuten (Tunicae vasculosae). Die Beschreibung dieser Häute ist zu sehr Gegenstand der Histologie, als daß wir hier näher darauf eingehen könnten, indem wir diese nur soweit berücksichtigen können, als sie zum Verständniß des Folgenden nothwendig ist.

8. Drüsensystem.

Drüsen (Glandulae) sind Organe von sehr verschiedenem Bau, welche den Zweck haben, aus dem

Blute, weshalb sie auch stets reich mit Gefäßen durchsetzt sind, gewisse Stoffe abzusondern, die entweder als Auswurfsstoffe (Excreta) aus dem Körper gänzlich entfernt wie Harn, Schweiß u. s. w., oder auch zu gewissen Verrichtungen im Organismus verwendet werden sollen, wie Milch, Galle u. s. w., und deshalb Absonderungsstoffe (Secreta) heißen.

Die Elemente der Drüsen bilden Zellen mit ihren verschiedenen Metamorphosen, und bilden dieselben meist Bläschen oder schlauchförmige Organe. Eine rationelle Eintheilung der Drüsen ist bisjetzt noch nicht gelungen, vom praktischen Standpunkte kann man folgende Arten aufstellen:

1. Drüsen ohne Ausführungsgänge und
2. Drüsen mit Ausführungsgängen.

Letztere kann man wiederum eintheilen in

a. Schlauchförmige oder tubulöse Drüsen, welche wiederum sein können:
   α. einfach, d. h. aus einem einzigen Schlauch bestehend (Schweißdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen u. s. w.),
   β. zusammengesetzt mit verzweigten Röhren (Nieren, Hoden, Leber u. s. w.);
b. Traubenförmige oder acinöse Drüsen, auch diese sind wiederum:
   α. einfach, indem ein unverästelter Ausführungsgang mit einer Gruppe von Drüsenbläschen besetzt ist (Schleimdrüsen, Talgdrüsen u. s. w.),
   β. zusammengesetzt, indem mehrere einfache traubenförmige Drüsen in einen gemeinsamen Ausführungsgang zusammen einmünden (Speicheldrüsen, Milchdrüsen, Thränendrüsen u. s. w.).

Specielle Anatomie.

Wir haben schon in der Einleitung des Ausdrucks specielle Anatomie gedacht und gezeigt, was darunter zu verstehen sei. Bei dem Zwecke, den wir zu verfolgen haben, kann an ein strenges Einhalten der durch die Schule festgesetzten Normen nicht gedacht werden, wir müssen vielmehr immer die praktische Anordnung der logischen Schärfe vorziehen und nach diesem Grundsatze unsere Wege einschlagen. So wird ein durchaus systematischer Gang sich nicht wohl einhalten lassen. Es würde den Laien nicht nur ermüden, sondern auch tödlich langweilen, sollte er sich jeden Muskel mit seinem Ursprung und Ansatz, jedes Gefäß mit seinen Zweigen und Zweigelchen, jeden Nerven mit seinem Verlauf vorzählen lassen. Wir übergehen daher alles, was reines Gedächtnißwerk ist, ohne wenigstens durch eine gewisse Bedeutung bemerkenswerth zu werden, und die streng wissenschaftliche Klassifikation, als für unsern Fall unstatthaft, verlassend, suchen wir die systematische mit der topographischen Anatomie zu verbinden, wodurch das Interesse angeregt wird, ohne der Klarheit und dem Verständniß zu schaden.

So werden wir zunächst Knochen und Bänder systematisch betrachten, weil sie die morphische Grundlage des ganzen Körpers bilden und nur bei einem klaren Einblick in das Skelet die Form und Anordnung der übrigen Theile verständlich wird. Diese Theile aber wiederum ist es für den Laien von Wichtigkeit in ihrem Nebeneinander und in ihren Beziehungen zueinander kennen zu lernen, und nicht künstlich getrennt und einseitig gruppirt, wie es die systematische Anatomie thut, und wie es nothwendig ist, will man Schüler der Anatomie ziehen, die ein wissenschaftliches Studium aus derselben machen. Dem Laien kommt es darauf an, einen allgemeinen Einblick in Architektur des menschlichen Körpers zu erhalten, aber jeden einzelnen Baustein kennen zu lernen, halb haben wir im übrigen die topographische Betrachtung der durchweg systematischen vorgezogen, auch dabei der Ursprung und Ansatz eines Muskels, der Verlauf eines Gefäßes oder eines Nerven in ganzen Länge nicht immer so klar, als wenn die Theile für sich allein vorgeführt würden, so wird wiederum nur auf diese Weise das Nebeneinander der Theile verständlich, und dies ist es, was für weitere Kreise von Interesse sein und Werth kann.

Knochenlehre.

Die Knochenlehre, Osteologia (von dem Gr. τὸ ὀστέον, der Knochen, und λέγω, lehren), Gegenstand die feste Grundlage des Körpers, Skelet, sowol als Ganzes wie in dessen Theilen. Die Zahl dieser Theile wird sehr verschieden angegeben, je nachdem man mehrere Stücke einem Knochen gehörend zusammenfaßt oder selbständige Knochen bestehen läßt. Sieht man Kreuz- und das Steißbein als einfache Knochen an, so man die Zahl der einzelnen Theile auf 24, wobei die Zähne und Gehörknöchelchen mitgezählt.

Tafel 1.

Das Skelet, Gerippe, sceleton oder (von dem Griechischen σκελος, Schenkelbein), als der bedeutendste Theil dem Ganzen den gegeben), ist entweder ein natürliches, sceleton, wenn es noch durch die natürlichen Bänder zusammen, ein künstliches, sceleton artificiale, wenn künstliche Verbindungsmittel zusammengehalten.

Das Skelet zerfällt in den Stamm und die täten; ersterer wiederum in den Kopf und letztere wiederum in die obern: Arme, und Extremitäten: Beine.

Figur 1. Skelet von vorn.

Stamm:

Kopf, caput.

Schädelknochen, ossa cranii.

1. Os frontis, Stirnbein.
2. Os parietale, Scheitelbein (rechtes).
3. Os temporum, Schläfenbein (rechtes).
4. Ala magna ossis sphenoidei, grosse des Keilbeins.

Gesichtsknochen, ossa faciei.

5. Os maxillare inferius oder manchibula, Kieferbein.
6. Os maxillare superius, Oberkieferbein.
7. Os zygomaticum, Wangen- oder (rechtes).
8. Ossa nasalia, Nasenbeine.

Rumpf, truncus.

Wirbelsäule, columna vertebralis oder spina.

9. Vertebrae colli oder cervicis, Halswirbel.
10. Vertebra dorsi oder thoracis prima, Brustwirbel.
11. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Brustwirbel.
12. Vertebra abdominis oder lumbalis prima, Lendenwirbel.
13. Vertebra abdominis quinta, fünfter Lendenwirbel.
14. Os sacrum, Kreuz- oder heiliges Bein.

Brustkasten, thorax.

15. Costa prima, erste Rippe.

Costa duodecima, zwölfte Rippe.
Sternum, Brustbein.
n, pelvis.
Os ilei oder ileum, Darmbein.
Os pubis, Schambein.
Os ischii, Sitzbein.
:emitäten.
ie, brachia.
lter.
Clavicula, Schlüsselbein.
Scapula, Schulterblatt.
:arm.
Os humeri oder brachii, Oberarmknochen.
der= oder Unterarm, antibrachium.
Radius, Speiche.
Ulna, Ellenbogenbein.
d, manus.
Ossa carpi, Handwurzelknochen.
Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
Ossa digitorum oder phalangum, Fingerglieder-knochen.
ine.
rschenkel.
Os femoris oder femur, Oberschenkelknochen.
erschenkel, crus.
Patella, Kniescheibe.
Tibia, Schienbein.
Fibula oder perone, Wadenbein.
, pes.
Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
Ossa digitorum pedis, Zehenknochen.

Figur 2. Skelet von hinten.

mm.
pf, caput.
1. Ossa parietalia oder bregmatis, Scheitel- oder Seitenbeine.
2. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
3. Os zygomaticum, Joch= oder Wangenbein.
4. Os temporum, Schläfenbein.
5. Os maxillare, Unterkiefer.
mpf, truncus.
irbelsäule, columna vertebralis.
6. Vertebrae colli oder cervicis, Halswirbel.
7. Vertebra dorsi prima, erster Brustwirbel.
8. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Brustwirbel.
9. Vertebra lumbalis prima, erster Lendenwirbel.
0. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
1. Os sacrum, Kreuzbein.
2. Os coccygis, Schwanzbein, Steißbein.
ruftkasten, thorax.
3. Costa prima, erste Rippe.
4. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
ecken, pelvis.
5. Os ilei, Darmbein.
6. Os pubis, Schambein.
7. Os ischii, Sitzbein.
18. Foramen ovale oder obturatorium, Hüftloch.
xtremitäten.
rme, brachia.
chulter.
19. Clavicula, Schlüsselbein.
20. Scapula, Schulterblatt.
berarm.
21. Os humeri, Oberarmknochen.
Vorderarm, Antibrachium.
22. Radius, Speiche.
23. Ulna, Ellenbogenbein.
Hand, manus.
24. Ossa carpi, Handwurzelknochen.
25. Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
26. Ossa digitorum, Fingerknochen.
Beine.
Oberschenkel.
27. Femur, Oberschenkelknochen.
Unterschenkel, crus.
28. Tibia, Schienbein.
29. Fibula, Wadenbein.
Fuß, pes.
30. Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
31. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
32. Ossa digitorum pedis, Zehenknochen.

Figur 3. Skelet von der Seite.

Stamm.
Kopf, caput.
Schädel, cranium.
1. Os frontis, Stirnbein.
2. Os parietale, Scheitelbein.
3. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
4. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
5. Os temporum, Schläfenbein.
Gesicht, facies.
6. Os zygomaticum, Jochbein.
7. Os nasale, Nasenbein.
8. Os maxillare superius, Oberkieferknochen.
9. Os maxillare inferius, Unterkieferknochen.
Rumpf, truncus.
Wirbelsäule, columna vertebralis.
10. Vertebrae cervicis, Halswirbel.
11. Vertebra dorsi prima, erster Rückenwirbel.
12. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Rückenwirbel.
13. Vertebra lumbalis prima, erster Lendenwirbel.
14. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
15. Os sacrum, Kreuzbein.
16. Os coccygis, Schwanzbein.
Brust, thorax.
17. Sternum, Brustbein.
18. Costa prima, erste Rippe.
19. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
Becken, pelvis.
20. Os ilei, Darmbein.
21. Os pubis, Schambein.
22. Os ischii, Sitzbein.
Extremitäten.
Arme, brachia.
Schulter.
23. Clavicula, Schlüsselbein.
24. Scapula, Schulterblatt.
Oberarm.
25. Os humeri, Oberarmbein.
Vorderarm, antibrachium.
26. Radius, Speiche.
27. Ulna, Ellenbogenbein.
Hand, manus.
28. Ossa carpi, Handwurzelknochen.
29. Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
30. Ossa digitorum, Fingerknochen.
Beine.
Oberschenkel.
31. Femur, Oberschenkelknochen.
Unterschenkel, crus.
32. Patella, Kniescheibe.
33. Tibia, Schienbein.
34. Fibula, Wadenbein.

Fuß, pes.
35. Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
36. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
37. Ossa digitorum pedis, Zehenknochen.

Figur 4. Männliches Becken von vorn.
1. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
2. Os sacrum, Kreuzbein.
3. Os ilei, Darmbein.
4. Os pubis, Schambein.
5. Os ischii, Sitzbein.
6. Arcus oder angulus pubis, Schambogen, Schambeinwinkel.
7. Promontorium, Vorgebirge.

Figur 5. Männliches Becken von oben.
1. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
2. Os sacrum, Kreuzbein.
3. Os ilei, Darmbein.
4. Os pubis, Schambein.
5. Arcus pubis, Schambeinfuge.
6. Promontorium, Vorgebirge.
7. Os coccygis, Schwanzbein.
8. Processus spinosus ossis ischii, Stachelfortsatz des Sitzbeins.

Figur 6. Weibliches Becken von vorn.
1—7. wie bei Fig. 4.

Figur 7. Weibliches Becken von oben.
1—8. wie bei Fig. 5.

In allen Theilen des Skelets finden sich Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlechte; während es bei jenem größer, stärker und solider, ist es bei diesem kleiner, schwächer und zierlicher gebaut. Dabei sind die Knochen des männlichen Skelets durch die Ansätze und den Zug der stärkern und kräftigern Muskeln unebener, rauher und eckiger als die glatten, leichtern und mehr abgerundeten Knochen des weiblichen Skelets.

Von besonderer Bedeutung sind die Unterschiede im Becken, indem der Mechanismus des Geburtsactes wesentlich durch die Form desselben mit bedingt wird, wodurch die Verschiedenheit des Beckens beim Mann und Weibe eine nicht geringe praktische Wichtigkeit besitzt.

Das männliche Becken ist kleiner, weniger breit, enger und tiefer als das weibliche, dabei ist der Winkel, welchen der Schambogen (arcus pubis) bildet, spitzer. Das weibliche Becken dagegen ist breiter, weiter, flacher und weniger tief, während der Schambogen einen größern Winkel aufweist. Bedingt werden diese Unterschiede durch eine größere Breite und mehr nach hinten hinausgebogene Lage des Kreuzbeins, durch die horizontalere Stellung und größere Ausdehnung des Darmbeins, durch die bedeutendere Kürze der Sitz- und Schambeine von oben nach unten, dagegen durch eine beträchtlichere Länge in horizontaler Richtung, und durch eine größere Beweglichkeit des Schwanzbeins beim Weibe, wodurch ein umfangreicherer Innenraum des Beckens als beim Manne erzeugt wird.

Tafel 2.

Diese Tafel zeigt uns die Wirbel, vertebrae, des menschlichen Körpers in deren verschiedenen Modificationen in der Vereinigung zum Schädel, sowie in den charakteristischen Formen der Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuz- und Steißbeinwirbel.

Den wichtigsten Theil des ganzen Skelets bilden die Kopfknochen, ossa capitis, 22 an der Zahl, die theils paarig, theils unpaarig sind und in 8 Schädelknochen, ossa cranii, auch cranium, calvaria, olla capitis, theca cerebri genannt, und 14 Gesichtsknochen, ossa faciei, zerfallen.

An den Schädel schließt sich die Wirbelsäule an, welche mit den 7 Halswirbeln beginnt, auf diese folgen die 12 Brust- und 5 Lendenwirbel, während das Kreuz- und Steißbein den Beschluß macht.

Figur 1. Knochengerüst des Kopfes von vorn.
A. Os frontis oder frontale, Stirn- oder Vorderhauptsbein.
B. Os parietale oder bregmatis, Scheitel- oder Seitenbein.
C. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
D. Os temporum, Schläfenbein.
E. Os zygomaticum oder malare, Wangen- oder Jochbein.
F. Os maxillare superius, Oberkieferbein.
G. Os nasale, Nasenbein.
H. Os maxillare inferius oder mandibula, Unterkiefer.
I. Septum narium, Scheidewand der Nase.
K. Os turbinatum inferius oder concha inferior, untere Nasenmuschel.
L. Concha media, mittlere Nasenmuschel.
a. Sutura coronalis, Kranznaht.
b. Sutura frontalis, Stirnnaht.
c. Sutura squamosa, Schuppennaht.
d. Tuber frontale, Stirnhöcker.
e. Arcus superciliaris, Augenbrauenbogen.
f. Glabella, Stirnglatze.
g. Processus zygomaticus ossis frontis, Wangenfortsatz des Stirnbeins.
h. Margo supraorbitalis, oberer Augenhöhlenrand.
i. Foramen oder incisura supraorbitalis, Oeffnung oder Einschnitt des obern Augenhöhlenrandes.
k. Pars oder processus nasalis ossis frontis, Nasenfortsatz des Stirnbeins.
l. Crista frontalis, äußere Stirnleiste.
m. Processus nasalis maxillae superioris, Nasenfortsatz des Oberkiefers.
n. Processus zygomaticus maxillae superioris, Jochbeinfortsatz des Oberkiefers.
o. Processus alveolaris maxillae superioris, Zahnhöhlenfortsatz des Oberkiefers.
p. Foramen infraorbitale, Oeffnung im untern Augenhöhlenrande.
q. Fovea maxillaris, Kiefergrube.
r. Spina nasalis anterior, vorderer Nasenstachel.
s. Apertura pyriformis, Eingang zur knöchernen Nasenhöhle.
t. Margo infraorbitalis, unterer Augenhöhlenrand.
u. Fossa sacci lacrymalis, Thränensackgrube.
v. Juga alveolaria, Erhabenheiten der Zahnhöhlen.
w. Processus maxillaris ossis zygomatici, Oberkieferfortsatz des Wangenbeins.
x. Processus frontalis ossis zygomatici, Stirnfortsatz des Wangenbeins.
y. Processus temporalis ossis zygomatici, Schläfenfortsatz des Wangenbeins.
z. Foramina zygomatica anteriora, vordere Wangenbeinöffnungen.
α. Mentum oder spina mentalis externa, Kinn, oder äußerer Kinnstachel, oder Kinnhöcker.
β. Foramen mentale oder maxillare anterius, Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung.
γ. Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.

amus mandibulae, Ast des Unterkiefers.
Processus mastoideus ossis temporum, Zitzen- oder Warzentheil des Schläfenbeins.
oramen opticum, Sehnervenöffnung.
issura orbitalis superior, obere Augenhöhlenspalte.
issura orbitalis inferior, untere Augenhöhlenspalte.

2. Knochengerüst des Kopfes von der Seite.

Os frontis, Stirnbein.
Os parietale, Scheitelbein.
Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
Os temporum, Schläfenbein.
Os zygomaticum oder malare, Wangen- oder Jochbein.
Os maxillare superius, Oberkieferbein.
Os nasale, Nasenbein.
Os lacrymale, Thränenbein.
Lamina papyracea ossis ethmoidei, Papierplatte des Siebbeins.
Maxilla inferior, Unterkiefer.
Tuber frontale, Stirnbeinhöcker.
Arcus superciliaris, Augenbrauenbogen.
Glabella, Stirnglatze.
Processus nasalis ossis frontis, Nasenfortsatz des Stirnbeins.
Margo supraorbitalis, oberer Augenhöhlenrand.
Foramen supraorbitale, obere Augenhöhlenrandöffnung.
Processus zygomaticus ossis frontis, Wangenbeinfortsatz des Stirnbeins.
Crista frontalis externa, äußere Stirnleiste.
Linea semicircularis, halbkreisförmige Linie.
Sutura coronalis, Kranznaht.
Tuber parietale, Scheitelbeinhöcker.
Pars squamosa ossis temporum, Schuppentheil des Schläfenbeins.
Pars mastoidea ossis temporum, Zitzentheil des Schläfenbeins.
Processus mastoideus ossis temporum, Zitzenfortsatz des Schläfenbeins.
Incisura mastoidea, Einschnitt des Zitzenfortsatzes.
Meatus auditorius externus, äußere Gehörgangöffnung.
Arcus zygomaticus, processus zygomaticus ossis temporum, Jochbogen des Schläfenbeins.
Processus temporalis ossis zygomatici, Schläfenfortsatz des Jochbeins.
Processus frontalis ossis zygomatici, Stirnfortsatz des Jochbeins.
Processus maxillaris ossis zygomatici, Oberkieferfortsatz des Jochbeins.
Foramina zygomatica anteriora, vordere Jochbeinöffnungen.
Processus zygomaticus ossis maxillaris superioris, Jochfortsatz des Oberkiefers.
Fovea maxillae superioris, Oberkiefergrube.
Foramen infraorbitale, Oeffnung im untern Augenhöhlenrande.
Superficies temporalis ossis maxillaris superioris mit dem tuber maxillare, Schläfenfläche des Oberkiefers mit dem Oberkieferhöcker.
α. Processus frontalis ossis maxillaris superioris, Stirnfortsatz des Oberkiefers.
β. Processus alveolaris ossis maxillaris superioris, Zahnhöhlenfortsatz des Oberkiefers.
γ. Ala externa processus pterygoidei ossis sphenoidei, äußerer Flügel des Gaumenflügels des Keilbeins.
δ. Corpus maxillae inferioris, Körper des Unterkiefers.
ε. Mentum oder Spina, auch protuberantia mentalis externa, Kinn, äußerer Kinnstachel oder Kinnhöcker.
ζ. Foramen mentale oder maxillae anterius, Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung.
η. Linea obiqua externa maxillae inferioris, äußere schräge Linie des Unterkiefers.
ϑ. Margo alveolaris und juga alveolaria maxillae inferioris, Zahnhöhlenrand und Zahnhöhlenerhabenheiten des Unterkiefers.
ι. Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.
κ Processus coronoideus maxillae inferioris, Riemenfortsatz des Unterkiefers.
λ. Processus condyloideus maxillae inferioris, Gelenkfortsatz des Unterkiefers.
μ. Incisura semilunaris oder sigmoidea maxillae inferioris, halbmondförmiger Einschnitt des Unterkiefers.
ν. Apertura pyriformis, birnförmige Oeffnung, Eingang in die knöcherne Nasenhöhle.
ξ. Spina nasalis anterior, vorderer Nasenstachel.
π. Fossa sacci lacrymalis, Thränensackgrube.
ρ. Sutura squamosa, Schuppennaht.
σ. Sutura mastoidea, Warzennaht.
τ. Sutura transversa, Quernaht.

Figur 3. Aeußere Fläche der Schädelbasis.

A. Processus palatinus maxillae superioris, Gaumenfortsatz des Oberkiefers.
B. Processus alveolaris maxillae superioris, Zahnhöhlenfortsatz des Oberkiefers.
C. Os maxillare superius, Oberkieferbein.
D. Pars horizontalis ossis palatini, horizontaler Ast des Gaumenbeins.
E. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, flügelartiger Fortsatz des Keilbeins.
F. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
G. Vomer, Pflugschar.
H. Pars squamosa ossis temporum, Schuppentheil des Schläfenbeins.
I. Pars mastoidea ossis temporum, Zitzen- oder Warzentheil des Schläfenbeins.
K. Pars petrosa ossis temporum, Felsentheil des Schläfenbeins.
L. Pars basilaris ossis occipitis, Grundtheil des Hinterhauptsbeins.
M. Pars condyloidea ossis occipitis, Gelenktheil des Hinterhauptsbeins.
N. Pars occipitalis ossis occipitis, Hinterhauptstheil des Hinterhauptsbeins.
O. Arcus zygomaticus, Jochbogen.
a. Foramen incisivum oder canalis incisivus.
b. Spina nasalis posterior, hinterer Nasenstachel.
c. Foramina palatina, Gaumenlöcher.
d. Ala interna processus pterygoidei ossis sphenoidei, innerer Flügel des flügelartigen Fortsatzes des Keilbeins, nach unten in den hamulus pterygoideus, den flügelförmigen Haken endigend.
e. Fossa pterygoidea ossis sphenoidei, Gaumenflügelgrube des Keilbeins.
f. Ala externa processus pterygoidei, äußerer Flügel des Gaumenflügels.

g. Choanae narium, hintere Oeffnung der Nasenhöhle.
h. Foramen ovale ossis sphenoidei, ovales Loch des Keilbeins.
i. Foramen spinosum ossis sphenoidei, Stachelloch des Keilbeins.
k. Fissura orbitalis inferior, untere Augenhöhlenspalte.
l. Fossa articularis, Gelenkgrube für den Gelenkkopf des Unterkiefers.
m. Tuberculum articulare, Gelenkhügel.
n. Fissura Glaseri, Glaser'sche Spalte (führt in die Paukenhöhle).
o. Tuba Eustachii, Eustachische Trompete.
p. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
q. Aditus ad canalem caroticum, Eingang in den Kanal der Carotis.
r. Processus styloideus ossis temporum, Griffelfortsatz des Schläfenbeins.
s. Foramen stylo-mastoideum ossis temporum, Griffelwarzenloch des Schläfenbeins.
t. Aquaeductus cochleae, Schneckenwasserleitung.
u. Foramen jugulare, Drosselloch.
v. Condylus ossis occipitis, Gelenkkopf des Hinterhauptsbeins.
w. Foramen condyloideum anterius ossis occipitis, vorderes Loch des Gelenkkopfes des Hinterhauptsbeins.
x. Foramen condyloideum posterius ossis occipitis, hinteres Loch des Gelenkkopfes des Hinterhauptsbeins.
y. Processus mastoideus ossis temporum, Warzenfortsatz des Schläfenbeins.
z. Incisura mastoidea ossis temporum, Einschnitt des Warzenfortsatzes des Schläfenbeins.
α. Foramina mastoidea ossis temporum, Warzenlöcher des Schläfenbeins.
β. Spina occipitalis externa, äußerer Hinterhauptsstachel.
γ. Crista occipitalis externa, äußere Hinterhauptsleiste.
δ. Linea semicircularis inferior ossis occipitis, untere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.
ε. Linea semicircularis superior ossis occipitis, obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.
ζ. Processus spinosus ossis sphenoidei, Stachelfortsatz des Keilbeins.

Figur 4. Innere Fläche der Schädelbasis.

A. Os frontis, Stirnbein.
B. Ala parva ossis sphenoidei, kleiner Flügel des Keilbeins.
C. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
D. Pars squamosa ossis temporum, Schuppentheil des Schläfenbeins.
E. Pars petrosa ossis temporum, Felsentheil des Schläfenbeins.
F. Pars mastoidea ossis temporum, Warzentheil des Schläfenbeins.
G. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
H. Pars basilaris ossis occipitis, Grundtheil des Hinterhauptsbeins.
a. Juga cerebralia, Gehirnerhabenheiten (des Knochens).
b. Impressiones digitatae, Fingereindrücke.
c. Crista frontalis interna, innere Stirnleiste.
d. Crista galli ossis ethmoidei, Hahnenkamm des Riechbeins.
e. Foramina cribrosa ossis ethmoidei, [illegible] des Riechbeins.
f. Processus clinoidei anteriores ossis sph[illegible]
g. Foramen opticum, Sehloch.
h. Processus clinoidei medii ossis sph[illegible]
i. Sella turcica mit fossa pro glandula p[illegible] Türkensattel mit der Grube für die [illegible] anhang.
k. Processus clinoidei posteriores ossis sp[illegible]
l. Sulcus caroticus, Rinne für die Caro[illegible]
m. Fissura orbitalis superior, obere Au[illegible] spalte.
n. Foramen rotundum ossis sphenoidei, [illegible] Loch des Keilbeins.
o. Foramen ovale ossis sphenoidei, ov[illegible] des Keilbeins.
p. Foramen spinosum ossis sphenoidei, [illegible] loch des Keilbeins.
q. Hiatus canalis Fallopii, Oeffnung des [illegible] schen Kanals.
r. Meatus auditorius internus, innerer Geh[illegible]
s. Aquaeductus vestibuli, Vorhofswasserle[illegible]
t. Foramen jugulare, Drosselloch.
u. Fossa pro medulla oblongata, Rinne [illegible] verlängerte Rückenmark.
v. Processus anonymus oder clinoideus o[illegible] cipitis, Ungenannter Fortsatz des Hinter[illegible] beins.
w. Foramen condyloideum anterius ossis o[illegible] vorderes Gelenkkopfloch des Hinter[illegible] beins.
x. Foramen condyloideum posterius oss[illegible] cipitis, hinteres Gelenkkopfloch des [illegible] hauptsbeins.
y. Foramen mastoideum ossis temporum, [illegible] fortsatzloch des Schläfenbeins.
z. Foramen magnum, Hinterhauptsloch.
α. Fossa sigmoidea, Sigmaförmige Grube.
β. Spina occipitis interna, innerer Hinter[illegible] stachel.
γ. Crista occipitis interna, innere Hinterhau[illegible]
δ. Foramen caecum ossis ethmoidei, blind[illegible] des Siebbeins.
ε. Ephippium oder clivus Blumenbachii, [illegible] bach'scher Abhang.
ζ. Fossa cerebelli, Grube für das kleine [illegible]
η. Lingula, Züngelchen.
ϑ. Sulcus transversus, Querrinne.
ι. Pars condyloidea ossis occipitis, Gel[illegible] des Hinterhauptsbeins.

Figur 5. Atlas von oben und hinten.

a. Arcus anterior, vorderer Bogen.
b. Arcus posterior, hinterer Bogen.
c. Massa oder pars lateralis atlantis, Seit[illegible] des Atlas.
d. Tuberculum atlantis posticum, hinterer [illegible] höcker.
e. Superficies glenoidalis, Gelenkoberfläche.
f. Fossa condyloidea, Gelenkgrube.
g. Processus transversus atlantis, Querfort[illegible] Atlas.
h. Foramen vertebrale, Wirbelloch.
i. Foramen oder Sulcus im arcus posterior [illegible] für die Arteria vertebralis, Loch oder [illegible] im hintern Bogen des Atlas für die [illegible] pulsader.

erculum atlantis laterale, seitlicher Atlashöcker.
amen spinale, Oeffnung für den Rückgratskanal.

Figur 6. Atlas von unten.

us anterior, vorderer Bogen.
us posterior, hinterer Bogen.
berculum atlantis posticum, hinterer Atlashöcker.
ocessus transversus atlantis, Querfortsatz des Atlas.
ramen vertebrale, Wirbelloch.
ramen oder Sulcus im arcus posterior atlantis, Loch oder Rinne im hintern Bogen des Atlas.
ramen spinale, Oeffnung für den Rückgratskanal.
berculum atlantis anticum, vorderer Atlashöcker.
perficies articularis für den Epistropheus, Gelenkoberfläche für den zweiten Halswirbel.

Figur 7. Epistropheus von vorn.

orpus epistrophei, Körper des zweiten Halswirbels.
rocessus odontoideus, Zahnfortsatz.
ollum processus odontoidei, Hals des Zahnfortsatzes.
uperficies glenoidalis processus odontoidei, Gelenkoberfläche des Zahnfortsatzes.
pex processus odontoidei, Spitze des Zahnfortsatzes.
rocessus obliquus oder articularis superior, oberer Gelenkfortsatz.
rocessus obliquus inferior, unterer Gelenkfortsatz.
rocessus transversus epistrophei, Querfortsatz des zweiten Halswirbels.

Figur 8. Halswirbel von oben.

Corpus, Körper.
Arcus, Bogen.
rocessus spinosus, Stachelfortsatz.
ncisura processus spinosi, Einschnitt im Stachelfortsatz.
rocessus transversus, Querfortsatz.
rocessus obliquus superior, oberer Gelenkfortsatz.
Foramen vertebrale, Wirbelloch.
Foramen spinale, Oeffnung für den Rückgratskanal.

9. Rückenwirbel, vertebra thoracis, von oben.

Corpus, Körper.
Arcus, Bogen.
Incisura vertebralis, Wirbeleinschnitt.
Processus spinosus, Stachelfortsatz.
Processus transversus, Querfortsatz.
Superficies articularis für das tuberculum costae, Gelenkbahn für das Rippenhöckerchen.
Processus obliquus superior, oberer Gelenkfortsatz.
Foramen spinale, Rückgratsloch.

r 10. Lendenwirbel, vertebra lumbalis, von oben.
–h mit Ausnahme von f, wie bei Figur 9.

r 11. Kreuzbein, os sacrum, von vorn.
Processus obliqui superiores, obere Gelenkfortsätze.
b. Basis ossis sacri mit dem Promontorium, Grundfläche des Kreuzbeins mit dem Vorgebirge.
c. Apex, Spitze.
d. Foramina sacralia anteriora, vordere Kreuzbeinöffnungen.
e. Linea arcuata, gekrümmte Linie.

Figur 12. Kreuzbein, os sacrum, von hinten.

a. Processus obliqui superiores, obere Gelenkfortsätze.
b. Basis, Grundfläche.
c. Apex, Spitze.
d. Foramina sacralia posteriora, hintere Kreuzbeinöffnungen.
e. Facies auricularis, ohrartige Gelenkfläche.
f. Aditus ad canalem sacralem, Eingang in den Kreuzbeinkanal.
g. Exitus canalis sacralis, Ausgang des Kreuzbeinkanals.
h. Processus spinosi spurii, falsche Stachelfortsätze.
i. Processus transversi und obliqui spurii, falsche Quer- und Gelenkfortsätze.
k. Cornua sacralia, Kreuzbeinhörner.

Figur 13. Steißbein, os coccygis, von vorn.

a. Vertebra spuria prima, erster falscher Wirbel.
b. » » secunda, zweiter » »
c. » » tertia, dritter » »
d. » » quarta, vierter » »
e. Cavitas articularis, Gelenkfläche für das Kreuzbein.
f. Cornua coccygea, Steißbeinhörner.
g. Processus transversus spurius, falscher Querfortsatz.

Figur 14. Steißbein, os coccygis, von hinten.

a.—d., mit Ausnahme von e, sowie f. und g., wie bei Figur 13.

Alle hier vorgeführten Theile des Skelets: Schädel, Wirbel, Kreuzbein und Steißbein, sind aus der Grundform des Wirbels hervorgegangen und lassen sich auf diese zurückführen.

Wie schon erwähnt, sind die Knochen des Schädels theils paarig, theils unpaarig. Zu erstern gehören die beiden Scheitelbeine und die Schläfenbeine, zu letztern das Stirnbein, Siebbein, Keilbein und Hinterhauptsbein. Die paarigen Knochen bilden einen von der einen Seite zur andern gehenden Ring, der nach unten offen ist, während die unpaarigen einen in der Richtung von vorn nach hinten gehenden und oben offenen Ring bilden. Sonach kreuzen sich beide Ringe, und indem sie ineinandergreifen, bilden sie die Schädelhöhle, den Raum für das Gehirn.

Auch sämmtliche Gesichtsknochen sind paarig, und nur der Unterkiefer und das Pflugscharbein machen eine Ausnahme davon, auch wird das Zungenbein, os hyoideum oder linguale, mit zu den unpaarigen Knochen gezählt.

Das Stirnbein.

Das Stirn- oder Vorderhauptsbein, os frontis oder os frontale (Taf. 2; 1A, 2A, 4A), am vordersten Theile des Schädels gelegen, bildet die Stirn. Man unterscheidet an demselben den Stirntheil, pars frontalis oder coronalis (Taf. 2; 1A, 2A), die Augenhöhlentheile, partes orbitales (Taf. 2; 4A), und den Nasentheil, pars oder processus nasalis (Taf. 2; 1k, 2d). Das Stirnbein grenzt an die beiden Scheitelbeine, die großen und kleinen Flügel des Keilbeins

die Jochbeine, das Siebbein, die Thränenbeine, die Oberkieferbeine und die Nasenbeine.

Der Stirntheil, pars frontalis, hat eine äußere convexe und innere concave Fläche und verbindet sich durch die Kranznaht, sutura coronalis (Taf. 2; 1a, 2k), mit den Scheitelbeinen. In der Jugend wird der Stirntheil durch die Stirnnaht, sutura frontalis (Taf. 2; 1b), in zwei Theile getheilt, auf welchen sich auf der äußern Fläche die Stirnhöcker, tubera frontalia (Taf. 2; 1d, 2a), befinden, sowie die Augenbrauenbogen, arcus superciliares (Taf. 2; 1e, 2b), die Stirnglatze, glabella (Taf. 2; 1f, 2c), die Incisura e oder foramina supraorbitalia (Taf. 2; 1i, 2f), die obern Augenhöhlenränder, margines supraorbitales (Taf. 2; 1h, 2e), die Wangenfortsätze, processus zygomatici (Taf. 2; 1g, 2g), und die äußere Stirnleiste, crista frontalis externa (Taf. 2; 1l, 2h).

Die innere concave Fläche zeigt die fingerförmigen Eindrücke, impressiones digitatae (Taf. 2; 4b), und die Gehirnerhabenheiten, juga cerebralia (Taf. 2; 4a), ferner die innere Stirnleiste, crista frontalis interna (Taf. 2; 4c), und das blinde Loch, foramen caecum (Taf. 2; 4d).

Die Augenhöhlentheile, partes orbitales, liegen horizontal am untern Ende des Stirntheils, mit dem sie nahe einen rechten Winkel bilden. Sie dienen der Augenhöhle als Dach und verbinden sich mit dem Siebbeine, das sich zwischen sie hineinschiebt, dem Wangenbeine und den Keilbeinflügeln.

An der untern concaven Fläche befindet sich die Grube für die Thränendrüse, fovea lacrymalis, während die obere schwach convexe Fläche wiederum juga cerebralia und impressiones digitatae zeigt.

Der Nasentheil, processus nasalis, liegt zwischen den beiden Augenhöhlentheilen, und hat an seinem untern Rande die spina nasalis.

Die Scheitelbeine.

Die Scheitel- oder Seitenbeine, ossa parietalia oder bregmatis (Taf. 2; 1B, 2B), bilden den obersten Theil des Schädels; sie sind paarig und liegen zu beiden Seiten der Pfeilnaht, sutura sagittalis; Verbindungen finden statt mit dem Stirnbein durch die Kreuznaht, mit dem Hinterhauptsbein durch die Lambdanaht, sutura lambdoidea, dem Schläfenbein durch die Schuppennaht, sutura squamosa, und mit den großen Flügeln des Keilbeins. Die Gestalt ist viereckig, die Flächen sind gewölbt und zwar mit der convexen Seite nach außen, der concaven nach innen.

An der äußern Fläche befinden sich die Scheitelbeinhöcker, tubera parietalia (Taf. 2; 2l), sowie die halbkreisförmige Linie, linea semicircularis (Taf. 2; 2i). Die Innenfläche zeigt gleichfalls die juga cerebralia und impressiones digitatae.

Das Hinterhauptsbein.

Das Hinterhauptsbein, os occipitis (Taf. 2; 3LN, 4G), befindet sich am hintern und untern Theile des Schädels und ist mit dem Keilbein zu dem os basilare verbunden. Das Hinterhauptsbein zerfällt in vier Theile: den Hinterhauptstheil, pars occipitalis (Taf. 2; 3N, 4G), zwei Gelenktheile, partes condyloideae oder jugulares (Taf. 2; 3M, 4t), und den Grundtheil oder Zapfentheil, pars basilaris (Taf. 2; 3L, 4H). Diese vier Theile umschließen das Hinterhauptsloch, foramen magnum (Taf. 2; 4z). Verbunden ist das Hinterhauptsbein mit den Scheitelbeinen, den Schläfenbeinen, dem Keilbein, und zwar durch Nähte, mit dem erst[illegible] wirbel dagegen durch ein Gelenk.

Der Hinterhauptstheil, pars occ[illegible] cher die hinterste Wölbung des Schädels [illegible] bindet sich nach oben mit den Scheitelbeinen, [illegible] er nach unten in die beiden Gelenkfortsätze [illegible] die sich mit dem ersten Halswirbel verbinden, [illegible] unterscheidet an demselben eine äußere, [illegible] innere, concave Fläche.

An der äußern Fläche ist zu bem[illegible] äußere Hinterhauptsstachel, spina externa (Taf. 2; 3β), und die äußere [illegible] hauptsleiste, crista occipitalis externa (Taf. [illegible] ferner die obere halbkreisförmige Li[illegible] semicircularis superior (Taf. 2; 3ε), und [illegible] halbkreisförmige Linie, linea semicir[illegible] ferior (Taf. 2; 3δ).

Die innere Fläche des Hinterhauptsbe[illegible] den innern Hinterhauptsstachel, [illegible] cipitalis interna (Taf. 2; 4β), die innere [illegible] hauptsleiste, crista occipitalis interna (Taf. [illegible] die Grube für das kleine Gehirn, fo[illegible] belli (Taf. 2, 4ε), und den Querblutleiter, [illegible] transversus (Taf. 2; 4δ).

Die Gelenktheile, Kopfstücke, partes [illegible] dyloideae oder jugulares, bilden die beiden [illegible] theile des großen Hinterhauptsloches und liegen [illegible] dem Grund- und vor dem Hinterhauptsl[illegible] Hinterhauptsbeins. An den Gelenktheilen [illegible] äußere, untere, und eine innere obere Fläche [illegible] schieden.

Die untere Fläche, welche gegen die [illegible] gerichtet ist, weist die Gelenkköpfe, [illegible] condyloidei (Taf. 2; 3v), das vordere [illegible] kopfloch, foramen condyloideum anterius [illegible] 3w), das hintere Gelenkkopfloch, [illegible] condyloideum posterius (Taf. 2; 3x), [illegible] Drosseleinschnitt, incisura jugularis, [illegible] mit einem ähnlichen Einschnitt im Felsenbein [illegible] Schläfenbeins das Drosselloch, foramen [illegible] (Taf. 2; 3u), bildet.

Die obere Fläche der Gelenktheile des [illegible] hauptsbeins ist nach der Schädelhöhle zu gerichtet [illegible] zeigt das Drosselloch, foramen jugulare [illegible] 4t), den Ungenannten Fortsatz, processus [illegible] nymus (Taf. 2; 4v), das vordere Gelenkkopf[illegible] loch, foramen condyloideum anterius (Taf. [illegible] und das hintere Gelenkkopfloch, foramen [illegible] dyloideum posterius (Taf. 2; 4x).

Der Grund- oder Zapfentheil, pars basi[illegible] des Hinterhauptsbeins bildet den vorderen [illegible] desselben und verbindet sich mit dem Körper des [illegible] beins, mit dem er unzertrennlich verwächst. [illegible] Grundbeine, os basilare.

An dem Grundbeine unterscheidet man vier [illegible] und eine Kante, und zwar eine obere oder [illegible] Fläche mit der Rinne für das verlängerte [illegible] Rückenmark, fossa pro medulla oblongata [illegible] eine untere oder äußere Fläche, welche [illegible] und eine Erhabenheit, den Grundstachel, [illegible] basilaris (Taf. 2; 3L) trägt, eine seitliche [illegible] welche an den Felsentheil des Schläfenbeins [illegible] eine vordere Fläche, welche mit dem Körper [illegible] Keilbeins zu dem Grundbeine verwächst, und eine [illegible] tere Kante, welche den vordern Umfang des [illegible] Hinterhauptsloches bildet.

Die Jochbeine.

Die Joch- oder Wangenbeine, ossa zygo[illegible] oder malaria (Taf. 2; 1E, 2E), bilden die [illegible]

Punkte des Gesichts und verbinden sich mit
nbeine, den Schläfenbeinen, den Oberkiefer-
nd den großen Flügeln des Keilbeins. Man
det an denselben den Körper, corpus (Taf. 2;
und drei Fortsätze, processus.
Körper, corpus, wiederum zeigt drei Flächen,
ere oder Gesichtsfläche, superficies facialis
1 E, 2 E), mit dem vordern Wangenbein-
oramen zygomaticum anterius oder faciale
1 z, 2 v), welches meist doppelt vorhanden ist,
ere oder Augenhöhlenfläche, superficies
, und die hintere oder Schläfengruben-
superficies temporalis.
Fortsätze, processus, sind der obere oder
ortsatz, processus frontalis (Taf. 2; 1 x, 2 t),
sich mit dem Wangenbeinfortsatze des Stirn-
erbindet, der äußere oder Schläfenfort-
ocessus temporalis (Taf. 2; 1 y, 2 s), welcher
n Wangenbeinfortsatze des Schläfenbeins den
gen, arcus zygomaticus (Taf. 2; 30), bildet,
Kieferfortsatz, processus maxillaris, wel-
mit dem Wangenbeinfortsatze des Oberkiefers
et.

Die Thränenbeine.

Thränenbeine, ossa lacrymalia (Taf. 2; 2 l),
vordern innern Seite der Augenhöhle gelegen,
en sich mit dem Siebbeine, dem Stirnbeine,
berkieferbeine und der untern Nasenmuschel.
nterscheidet zwei Flächen an denselben: eine
e und eine innere.
äußere Fläche ist nach der Augenhöhle ge-
nd zeigt die Thränensackgrube, fossa lacry-
(Taf. 2, 2 π), sowie die dieselbe nach hinten
ende Thränensackleiste, crista lacrymalis.
innere Fläche grenzt an das Siebbein und
ie vordern sinus ethmoidales.

Die Nasenbeine.

Nasenbeine, ossa nasalia (Taf. 2; 1 G, 2 G),
die Nasenwurzel und verbinden sich mit dem
eine, den Oberkieferbeinen, dem Siebbeine
en Nasenknorpeln. Man unterscheidet an den-
eine äußere oder Gesichtsfläche und eine
e, gegen die Nasenhöhle zu gewendete Fläche.

übrigen auf Taf. 2 zur Anschauung gebrachten
n des Kopfes werden erst bei Betrachtung der
3, auf welcher sie einzeln dargestellt sind, be-
t werden.

Die Wirbel.

Wirbel, vertebrae, welche in ihrer Vereinigung
irbelsäule, columna vertebralis, bilden, und
ir als Ganzes auf Taf. 4, Fig. 1 und 2 zur
llung bringen, zerfallen in die wahren Wirbel,
orae verae, und in die falschen Wirbel,
orae spuriae.

Die wahren Wirbel.

wahren Wirbel, vertebrae verae (Taf. 2;
7, 8, 9, 10), sind der Zahl nach 24, und zer-
in 7 Hals-, vertebrae colli oder cervicis
2; 5, 6, 7, 8), 12 Brust- oder Rückenwirbel,
brae dorsi oder thoracis (Taf. 2; 9), und 5
enwirbel, vertebrae lumborum oder abdominis
2; 10).
n den Wirbeln unterscheidet man den Körper,
us (Taf. 2; 7a, 8a, 9a, 10a), den Bogen,
s (Taf. 2; 8b 9b, 10b) und 7 Fortsätze, pro-
us, welche letztere wiederum in die Muskelfort-
sätze, processus musculares, und Gelenkfortsätze, processus articulares oder obliqui, von welchen erstern es drei, von letztern vier gibt, zerfallen.

Die Muskelfortsätze sind: der Dorn- oder Stachelfortsatz, processus spinosus (Taf. 2; 8c, 9d, 10d), welcher auf der Mitte des Bogens nach hinten hervorragt, und die zwei Querfortsätze, processus transversi (Taf. 2; 5g, 6g, 7h, 8e, 9e, 10e).

Von den Gelenkfortsätzen hat jeder Wirbel zwei obere (Taf. 2; 7f, 8f, 9g, 10g) und zwei untere (Taf. 2; 7g), von denen jedesmal die beiden untern mit den beiden obern des nächstfolgenden Wirbels verbunden sind.

Auch treten die Wirbelkörper durch dazwischengelegte Bandscheiben in Verbindung.

Der Körper und Bogen der Wirbel vereinigen sich zu einem Ring, welcher das Rückgratsloch, foramen spinale oder medullare (Taf. 2; 5l, 6l, 8h, 9h, 10h), umgibt. Da wo der Bogen in den Körper übergeht, befindet sich zu beiden Seiten, sowol am obern wie am untern Rande des Bogens, ein Ausschnitt, der Wirbelausschnitt, incisura vertebralis (Taf. 2; 9c, 10c), von welchem je zwei zweier aufeinanderfolgender Wirbel ein Zwischenwirbelloch, foramen intervertebrale, bilden.

Wie schon erwähnt, zerfallen die 24 wahren Wirbel in 7 Hals-, 12 Brust- und 5 Lendenwirbel, die in ihrer Form wesentlich voneinander verschieden sind.

Die Halswirbel zeichnen sich besonders durch einen kleinen, niedrigen, vorn schwach gewölbten Körper aus, der an seiner obern Fläche von rechts nach links concav, von vorn nach hinten convex, dagegen an der untern von vorn nach hinten concav und von rechts nach links convex ist. Das Rückgratsloch ist sehr weit und hat eine einem Dreieck nahe kommende Gestalt. Besonders bemerkenswerth sind die Querfortsätze, welche kurz und breit sind und in denen ein Loch, das Wirbelloch, foramen vertebrale (Taf. 2; 5h, 6h, 8g), sich befindet. Von den Gelenkfortsätzen sind die obern mit ihren Gelenkflächen schräg nach hinten, die untern dagegen schräg nach vorn gerichtet. Die Dornfortsätze sind kurz, breit, etwas schräg nach abwärts gerichtet und am Ende gabelförmig gespalten (Taf. 2; 8d).

Die Brustwirbel sind im ganzen größer als die Halswirbel, namentlich ist der Körper höher, platt und auf seiner obern und untern Fläche herzförmig gestaltet; der Umfang ist gewölbter und hat an jeder Seite zwei halbe Gelenkflächen für die Articulation der Rippenköpfchen, nur am elften und zwölften Wirbel befindet sich eine ganze Gelenkfläche. Das Rückgratsloch ist bei den Brustwirbeln, namentlich bei den obern, enger und rundlich. Die Querfortsätze sind länger als bei den Halswirbeln, rundlich und haben an ihrem Ende eine Gelenkfläche, superficies articularis (Taf. 2; 9f), für das Rippenhöckerchen, tuberculum costae. Während bei den Halswirbeln die Gelenkfortsätze schräg stehen, stehen sie bei den Brustwirbeln fast senkrecht, und zwar die obern mit den Gelenkflächen gleichfalls nach hinten, die untern nach vorn gerichtet. Die Dornfortsätze sind lang und dachziegelartig übereinanderliegend, und schwellen gegen das Ende etwas an.

Die Lendenwirbel sind von allen wahren Wirbeln die größten und stärksten, und bildet der Körper derselben auf seiner obern wie untern Fläche ein ziemlich regelmäßiges Oval, das nur nach dem Rückgratsloch zu etwas abgeplattet ist. Letzteres bildet eine dreieckige Oeffnung, die etwas weiter als bei den Brustwirbeln ist. Die sogenannten Querfortsätze sind dünn, platt und

haben keine Gelenkgrube wie die der Brustwirbel, da sich an den Lendenwirbeln keine Rippen ansetzen. Die Gelenkfortsätze stehen senkrecht, und stehen die obern mit ihren concaven Gelenkflächen nach innen, die untern dagegen, welche im Gegensatz convexe Gelenkflächen besitzen, sind nach außen gerichtet. Die Dornfortsätze stehen gerade nach hinten und sind an den Seiten plattgedrückt.

Der Atlas.

Ausgezeichnet vor den übrigen wahren Wirbeln sind die beiden ersten, von welchen der Atlas (Taf. 2; 5, 6) derjenige ist, welcher den Kopf unmittelbar trägt. Derselbe ist ziemlich ringförmig, mit einem vordern und hintern Bogen, arcus anterior und arcus posterior (Taf. 2; 5a und 5b, 6a und 6b), auch besitzt er keinen Körper und ebenso wenig einen Dornfortsatz. An der äußern Seite in der Mitte des vordern Bogens befindet sich eine kleine Erhöhung, der vordere Atlashöcker, tuberculum atlantis anticum (Taf. 2; 6m), eine gleiche an der Mitte des hintern Bogens, der hintere Atlashöcker, tuberculum atlantis posticum (Taf. 2; 5d), entsprechend dem Dornfortsatze. An der hintern Seite des vordern Bogens befindet sich in der Mitte eine kleine runde Gelenkfläche für den Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels, superficies glenoidalis (Taf. 2; 5e). Zu beiden Seiten, wo die Bogen aneinanderstoßen, liegen die diden Seitentheile, partes oder massae laterales (Taf. 2; 5c, 6c), an deren innerer Fläche ein kleiner Vorsprung, der seitliche Atlashöcker, tuberculum atlantis laterale (Taf. 2; 5k), sich befindet. Die obern Gelenkfortsätze sind wenig über die Seitentheile erhaben und bilden concave Gelenkgruben, fossae condyloideae (Taf. 2; 5f), für die Gelenkfortsätze des Hinterhauptsbeins. Hinter den Gelenkgruben befindet sich eine Oeffnung oder eine Rinne für die Wirbelarterie, arteria vertebralis (Taf. 2; 5i). Die untern Gelenkfortsätze, superficies articularis pro epistropheo (Taf. 2; 6n), sind ebenfalls platt und wenig über die Seitentheile erhaben. Sie sind schräg nach außen gerichtet und articuliren mit den obern Gelenkfortsätzen des zweiten Halswirbels.

Der Epistropheus.

Der zweite Halswirbel, Umdreher, epistropheus (Taf. 2; 7), ist schon den übrigen Halswirbeln viel ähnlicher. Er besitzt wie diese einen Körper, corpus (Taf. 2; 7a), nur daß an dessen oberer Seite ein Zapfen, der Zahnfortsatz, processus odontoideus (Taf. 2; 7b), hervorragt, der an seinem vordern Umfange eine Gelenkfläche, superficies glenoidalis (Taf. 2; 7d), besitzt, welche mit der entsprechenden des vordern Bogens des Atlas articulirt. Der obere rundliche Theil des Zahnfortsatzes, das Köpfchen, capitulum, steht durch einen dünnern Theil, den Hals, collum (Taf. 2; 7c), mit dem Körper des Epistropheus in Verbindung und endigt in eine Spitze, apex (Taf. 2; 7e). Die obern Gelenkfortsätze sind flach und schräg nach außen abhängend, während die untern wie bei allen Halswirbeln sind. Der Dornfortsatz des Epistropheus ist breiter als bei allen andern Halswirbeln und nächst dem des siebenten auch der längste.

Die falschen Wirbel.

Die falschen Wirbel, vertebrae spuriae, setzen einestheils das Kreuzbein, os sacrum (Taf. 2; 11, 12), anderntheils das Steißbein, os coccygis (Taf. 2; 13, 14), zusammen.

Das Kreuzbein.

Das Kreuz- oder heilige Bein, os sacrum (Taf. 2; 11, 12), hat die Gestalt einer vierseitigen Pyramide, die mit der Spitze nach unten gekehrt ist. Die vordere und hintere Fläche, von welcher die erstere concav, die letztere convex ist, sind die breiten, die seitlichen, welche mit den Hüftbeinen in Verbindung treten, die schmälern. Außerdem unterscheidet man noch die Basis, welche mit dem fünften Lendenwirbel durch ein Gelenk verbunden ist, und die Spitze, welche nach vorn gebogen ist.

Die Basis, basis (Taf. 2; 11b, 12b), hat an ihrer nach oben gerichteten Fläche zwei Gelenkfortsätze, processus obliqui superiores (Taf. 2; 11c). Ihr vorderer Umfang ist wie der eines Lendenwirbels und heißt das Vorgebirge, promontorium, und hinten umschließt der Bogen den Eingang des Kreuzbeinkanal, aditus ad canalem sacralem (Taf. 2; 12f).

Die Spitze, apex (Taf. 2; 11c, 12e), ist nach innen gebogen und hat eine überknorpelte Gelenkfläche für das Steißbein.

Die vordere Fläche, welche concav ist, zeigt an vier Stellen, wo sich die Körper der falschen Wirbel verbinden und miteinander verwachsen, vier erhabene Querleisten, außerdem auf jeder Seite drei Löcher, vier vordere Kreuzbeinlöcher, foramina sacralia anteriora (Taf. 2; 11d).

Die hintere convexe Fläche läßt zunächst die rudimentären Fortsätze, processus spurii, erkennen, und zwar falschen Dornfortsätze, processus spinosi spurii (Taf. 2; 12h), sowie die verwachsenen falschen Querfortsätze und Gelenkfortsätze, processus transversi et processus obliqui spurii (Taf. 2; 12i). Ferner bemerkt man zwischen den falschen Querfortsätzen, nach außen von den falschen Gelenkfortsätzen, auf jeder Seite vier hintere Kreuzbeinöffnungen, foramina sacralia posteriora (Taf. 2; 12d). Gegen die Spitze zu sind die untern falschen Gelenkfortsätze des letzten Kreuzbeinwirbels die beiden Kreuzbeinhörner, cornua sacralia (Taf. 2; 12k), zwischen welchen der Ausgang des Kreuzbeinkanals, exitus canalis sacralis (Taf. 2; 12g), befindet.

Die Seitenflächen articuliren mit dem Hüftbeine, haben zu diesem Zwecke eine Gelenkfläche, facies auricularis (Taf. 2; 12e).

Das Steißbein.

Das Steiß-, Schwanz- oder Kukuksbein, os coccygis (Taf. 2; 13, 14), bildet das untere Ende der Wirbelsäule. Dasselbe besteht aus vier falschen Wirbeln, vertebrae spuriae (Taf. 2; 13a, b, 14a, b, c, d). In Verbindung tritt das Steißbein mit dem Kreuzbein, und zwar mit seinem ersten falschen Wirbel.

Der oberste falsche Wirbel (Taf. 2; 13a, 14a) ist der größte und hat an seiner obern nach dem Kreuzbein zu gekehrten Seite eine Gelenkfläche für das Kreuzbein, cavitas articularis (Taf. 2; 13e). Gleichsam die Gelenkfortsätze bilden die beiden Steißbeinhörner, cornua coccygea (Taf. 2; 13f, 14f), welche durch Bandmasse mit den Kreuzbeinhörnern verbunden sind. An der Seite befinden sich kleine Erhabenheiten, die falschen Querfortsätze, processus transversi spurii (Taf. 2; 13g, 14g).

Die übrigen falschen Wirbel des Steißbeins verjüngen sich nach der Spitze zu immer mehr und sind einigen sich untereinander entweder mit Knochen- oder Bandmasse, sodaß sie ein bewegliches Ganzes bilden

Tafel 3.

ußer einem Profildurchschnitt des Schädels bringt diese Tafel einzelne Theile desselben, welche ent- er auf der vorigen Tafel noch nicht zur Anschauung acht werden konnten, oder welche wegen ihrer com- rten Verhältnisse noch einer besondern Darstellung sich bedürfen. Hierher gehört namentlich das läfenbein, das Keilbein und der Oberkiefer.

igur 1. Profildurchschnitt des Schädels.

. Os frontis, Stirnbein.
. Os parietale, Scheitelbein.
. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
. Os sphenoideum, Keilbein.
. Os temporum, Schläfenbein.
. Os ethmoideum, Riechbein; lamina perpendicularis, senkrechte Tafel.
. Vomer, Pflugschar.
. Os nasale, Nasenbein.
Os maxillare superius, Oberkiefer.
. Os turbinatum inferius, oder concha inferior, untere Nasenmuschel.
Os palatinum, Gaumenbein.
. Os maxillare inferius, Unterkiefer.
Sulcus anticus arteriae meningeae mediae, vordere Schlagaderfurche.
Sulcus posticus arteriae meningeae mediae, hintere Schlagaderfurche.
Sutura coronalis, Kranznaht.
Sutura lambdoidea, Hinterhauptsnaht.
Sutura squamosa, Schuppennaht.
Sulcus transversus, Querfurche (für den Querblutleiter).
Spina frontalis interna, innerer Stirnstachel.
Sinus sphenoidalis, Keilbeinhöhle.
Fossa sellae turcicae pro glandula pituitaria, Grube des Türkensattels.
Dorsum ephippii, Lehne des Türkensattels.
Clivus, schiefe Ebene des Türkensattels.
Processus pterygoideus ossis sphenoidei ala interna, flügelförmiger Fortsatz des Keilbeins, inneres Blatt.
Ala externa processus pterygoidei, flügelförmiger Fortsatz des Keilbeins, äußeres Blatt.
Hamulus pterygoideus, Haken des flügelförmigen Fortsatzes.
Processus clinoideus anterior.
Pars condyloidea ossis occipitis, Gelenktheil des Hinterhauptsbeins.
Foramen condyloideum anterius ossis occipitis, vorderes Gelenktheilloch des Hinterhauptsbeins.
Spina occipitalis externa, äußerer Hinterhauptsstachel.
Incisura jugularis, Drosseladereinschnitt.
Meatus auditorius internus, innerer Gehörgang.
Fissura aquaeductus vestibuli, Spalte der Vorhofswasserleitung.
Sinus frontalis, Stirnhöhle.
Processus nasalis ossis maxillaris superioris, Nasenfortsatz des Oberkiefers.
Processus palatinus ossis maxillaris superioris, Gaumenfortsatz des Oberkiefers.
Foramen incisivum, Schneidezahnloch.
Processus pyramidalis ossis palatini, Pyramidenfortsatz des Gaumenbeins.
Foramen sphenopalatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.
Corpus ossis maxillaris inferioris, Körper des Unterkiefers.
δ. Mentum, Kinn.
ε. Spina mentalis interna, innerer Kinnstachel.
ζ. Linea obliqua interna, innere schräge Linie.
η. Angulus maxillae inferioris, Kieferwinkel.
ϑ. Foramen maxillae posterius oder Foramen alveolare inferius, Eingang zum Kieferkanal.
ι. Processus condyloideus oder condylus maxillae inferioris, Gelenkfortsatz des Unterkiefers.
κ. Incisura semilunaris oder sigmoidea, halbmondförmiger Einschnitt.

Figur 2. Aeußere Fläche des linken Schläfenbeins ossis temporum (s. auch Taf. 2, Fig. 2).

A. Pars squamosa, Schuppentheil.
B. Pars mastoidea oder mammillaris, Zitzen- oder Warzentheil.
C. Pars petrosa oder os petrosum, Felsentheil oder Felsenbein.
a. Processus zygomaticus, Jochbeinfortsatz.
b. Tuberculum articulare, Gelenkhöcker.
c. Fossa articularis, Gelenkgrube.
d. Fissura Glaseri, Glaser'sche Spalte.
e. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
f. Processus mastoideus, Warzenfortsatz.
g. Foramen mastoideum, Warzenloch.
h. Incisura mastoidea, Warzeneinschnitt.
i. Processus styloideus, Griffelfortsatz.

Figur 3. Innere Fläche des linken Schläfenbeins, ossis temporum (s. auch Taf. 2, Fig. 4 und Taf. 3, Fig. 1).

A. Pars squamosa, Schuppentheil.
B. Pars mastoidea, Warzentheil.
C. Pars petrosa, Felsentheil.
a. Impressiones digitatae, Fingereindrücke.
b. Juga cerebralia, Gehirnerhöhungen.
c. Processus zygomaticus, Jochfortsatz.
d. Processus mastoideus, Warzenfortsatz.
e. Fossa sigmoidea, Sigmaförmige Grube.
f. Foramen mastoideum, Warzenloch.
g. Processus styloideus, Griffelfortsatz.
h. Spitze des Felsentheils mit der Oeffnung des Kanals der Carotis.
i. Meatus auditorius internus, innerer Gehörgang.
k. Margo oder angulus petrosus, Felsenbeinrand oder Felsenbeinwinkel.
l. Aquaeductus vestibuli, Vorhofswasserleitung.
m. Eminentia arcuata.

Figur 4. Obere Fläche des Keilbeins, ossis sphenoidei (s. auch Taf. 2, Fig. 4).

A. Corpus oder basis ossis sphenoidei, Körper des Keilbeins.
B. Alae parvae oder processus ensiformes, kleine Flügel des Keilbeins.
C. Alae magnae (superficies cerebrales), große Flügel des Keilbeins (Gehirnfläche).
a. Processus clinoidei medii.
b. Sella turcica auf der fossa pro glandula pituitaria, Türkensattel mit der Grube für den Gehirnanhang.
c. Processus clinoidei posteriores.
d. Sulcus caroticus, Rinne für die arteria carotis.
e. Processus clinoidei anteriores.
f. Foramen opticum, Loch für den Sehnerven.
g. Fissura orbitalis superior, obere Augenhöhlenspalte.
h. Foramen rotundum, rundes Loch.
i. Foramen ovale, ovales Loch.

k. Foramen spinosum, Dornenloch.
l. Processus spinosus, Dornenfortsatz.
m. Lingula, Zünglein.
n. Crista sphenoidalis, Keilbeinleiste.
o. Margo superior, oberer Rand, zur Verbindung mit dem Stirnbein.
p. Margo posterior superior, hinterer Rand zur Verbindung mit dem Schuppentheil des Schläfenbeins.
q. Clivus Blumenbachii.

Figur 5. Vordere Fläche des Keilbeins, ossis sphenoidei.

A. Corpus, Körper.
B. Alae parvae, kleine Flügel.
C. Alae magnae, große Flügel.
D. Processus pterygoidei, Gaumenflügel oder flügelförmige Fortsätze.
a. Processus clinoidei posteriores.
b. Sella turcica, Türkensattel.
c. Sinus sphenoidales, Keilbeinhöhlen, Oeffnung derselben.
d. Crista sphenoidalis, Keilbeinleiste.
e. Fissura orbitalis superior, obere Augenhöhlenspalte.
f. Superficies orbitalis alae magnae ossis sphenoidei, Augenhöhlenfläche des großen Flügels des Keilbeins.
g. Foramen rotundum, rundes Loch.
h. Canalis Vidianus, Vidianischer Kanal.
i. Processus spinosus, Dornenfortsatz.
k. Sulcus pterygoideus, Flügelfortsatzrinne.
l. Ala externa processus pterygoidei, äußerer Flügel des flügelförmigen Fortsatzes.
m. Ala interna processus pterygoidei, innerer Flügel des flügelförmigen Fortsatzes.
n. Incisura pterygoidea, Einschnitt des Gaumenflügels.
o. Hamulus pterygoideus, Haken des flügelförmigen Fortsatzes.

Figur 6. Obere Fläche des Siebbeins, ossis ethmoidei.

A. Lamina cribrosa oder horizontalis, Siebplatte oder horizontale Platte.
B. Labyrinthus, Labyrinth.
C. Lamina perpendicularis, perpendiculäre Platte.
a. Crista galli, Hahnenkamm.
b. Foramina cribrosa, Sieblöcher.
c. Lamina papyracea, Papierplatte.

Figur 7. Untere Fläche des Siebbeins, ossis ethmoidei.

A. Labyrinthus, Labyrinth.
B. Lamina perpendicularis, senkrechte Platte.
C. Lamina cribrosa, Siebplatte.
a. Processus uncinatus, Hakenfortsatz.
b. Concha media, mittlere Nasenmuschel.
c. Concha superior, obere Nasenmuschel.

Figur 8. Oberkiefer, os maxillare superius, mit umgebenden Theilen von außen.

Man sieht in dieser Figur das linke Oberkieferbein, die innere Wand der knöchernen Augenhöhle, und die Flügelgaumengrube, fossa spheno-maxillaris oder palatina mit deren nächster Umgebung.

A. Os frontis, Stirnbein.
B. Os nasale, Nasenbein.
C. Os maxillare, Oberkieferbein.
D. Os palatinum (pars perpendicularis), Gaumenbein (senkrechte Platte).
E. Os ethmoideum (lamina papyracea), Siebbein (Papierplatte).
F. Os lacrymale, Thränenbein.
G. Os sphenoidale, Keilbein.
a. Fossa pro sacco lacrymali, Grube für den Thränensack.
b. Foramen infraorbitale, Oeffnung am untern Rande der Augenhöhle.
c. Canalis infraorbitalis, Kanal an der untern Fläche der Augenhöhle.
d. Foramina ethmoidalia, Riechbeinöffnungen.
e. Sinus maxillaris oder antrum Highmori, Oberkieferhöhle oder Highmor'sche Höhle.
f. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, Gaumenflügel des Keilbeins.
g. Canalis pterygo-palatinus, Flügel-Gaumenkanal.
h. Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.
i. Processus orbitalis ossis palatini, Augenhöhlenfortsatz des Gaumenbeins.
k. Processus sphenoidalis ossis palatini, Keilbeinfortsatz des Gaumenbeins.
l. Pars orbitalis ossis frontis, Augenhöhlentheil des Stirnbeins.
m. Processus clinoideus anterior ossis sphenoidei.
n. Sella turcica, Türkensattel.
o. Foramen opticum, Sehnervenloch.
p. Processus clinoideus posterior ossis sphenoidei.
q. Canalis caroticus, Carotischer Kanal.
r. Lingula ossis sphenoidei, Zünglein des Keilbeins.
s. Canalis Vidianus, Vidianischer Kanal.
t. Processus styloideus ossis temporum, griffelförmiger Fortsatz des Schläfenbeins.

Figur 9. Oberkiefer, os maxillare superius, mit umgebenden Theilen von innen.

Man sieht auf dieser Figur den Theil des linken Oberkieferbeins, welcher die äußere Wand der linken knöchernen Nasenhöhle mit deren Muscheln bildet.

A. Os frontis, pars frontalis, Stirntheil des Stirnbeins.
B. Corpus ossis sphenoidei, Körper des Keilbeins.
C. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, Gaumenflügel des Keilbeins.
D. Pars perpendicularis ossis palatini, senkrechter Theil des Gaumenbeins.
E. Pars horizontalis ossis palatini, horizontaler Theil des Gaumenbeins.
F. Processus palatinus maxillae superioris, Gaumenfortsatz des Oberkieferbeins.
G. Concha inferior, untere Nasenmuschel.
H. Lamina nasalis ossis ethmoidei, Nasenplatte des Siebbeins.
I. Processus frontalis oder nasalis maxillae superioris, Stirn- oder Nasenfortsatz des Oberkiefers.
K. Os nasale, Nasenbein.
a. Sinus frontalis ossis frontis, Stirnbeinhöhle.
b. Sinus ethmoidalis, Siebbeinzelle.
c. Sinus sphenoidalis, Keilbeinhöhle.
d. Concha superior, obere Nasenmuschel.
e. Concha media, mittlere Nasenmuschel.
f. Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.
g. Ala interna processus pterygoidei, innerer Flügel des Gaumenflügels.

Ala externa processus pterygoidei, äußerer Flügel des Gaumenflügels.
Exitus canalis lacrymalis, Ausgang des Thränenkanals.
Canalis incisivus, Schneidezahnkanal.
Sulcus pro nervo ethmoidali, Rinne für den nervus ethmoidalis.

r 10. Rechtes Gaumenbein, os palatinum dextrum, von innen.

Pars horizontalis, horizontaler Theil.
Pars perpendicularis, senkrechter Theil.
Processus orbitalis, Augenhöhlenfortsatz.
Processus sphenoidalis, Keilbeinfortsatz.
Crista nasalis, Nasenleiste.
Spina nasalis posterior, hinterer Nasenstachel.
Linea transversa oder crista turbinalis inferior, untere Querlinie, oder untere Leiste für die Nasenmuschel.
Linea transversa oder crista turbinalis superior, obere Querlinie, oder obere Leiste für die Nasenmuschel.
Incisura spheno-palatina, Keilbein-Gaumeneinschnitt.
Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.

r 11. Rechtes Gaumenbein, os palatinum dextrum, von außen.

Pars perpendicularis, senkrechter Theil.
Processus pyramidalis, Pyramidenfortsatz.
Processus orbitalis, Augenhöhlenfortsatz.
Processus sphenoidalis, Keilbeinfortsatz.
Sulcus palatinus, Gaumenrinne.
Incisura spheno-palatina, Keilbein-Gaumeneinschnitt.
Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.

igur 12. Unterkiefer, maxilla inferior, von vorn.

Corpus oder pars horizontalis, Körper oder horizontaler Theil.
Ramus oder processus, Ast oder Fortsatz.
Basis oder margo inferior corporis, Basis oder unterer Rand des Körpers.
Margo alveolaris, Zahnhöhlenrand.
Spina oder protuberantia mentalis externa, äußerer Kinnstachel.
Foramen mentale oder maxillare anterius, Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung.
Linea obliqua externa, äußere schräge Linie.
Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.
Processus condyloideus, Gelenkfortsatz.
Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
Incisura semilunaris oder sigmoidea, halbmondförmiger Einschnitt.
Dentes incisivi, Schneidezähne.
Dens angularis sinister, linker Eckzahn.
Dentes molares, Backzähne.

gur 13. Unterkiefer, maxilla inferior, von oben.

Corpus, Körper.
Ramus, Ast.
Spina mentalis externa, äußerer Kinnstachel.
Spina mentalis interna, innerer Kinnstachel.
Foramen mentale, Kinnöffnung.
Linea obliqua externa, äußere schräge Linie.
Basis oder margo inferior corporis, Basis oder unterer Rand des Körpers.
f. Foramen maxillare posterius, hinteres Unterkieferloch.
g. Lingula, Zünglein.
h. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
i. Processus condyloideus, Gelenkfortsatz.
k. Incisura semilunaris oder sigmoidea, halbmondförmiger Einschnitt.
l. Collum processus condyloidei, Hals des Gelenkfortsatzes.
m. Dentes incisivi, Schneidezähne.
n. Dentes angulares, Eckzähne.
o. Dentes molares, Backzähne.

Figur 14. Zungenbein, os hyoideum.

a. Corpus, Körper.
b. Cornua majora, große Hörner.
c. Cornua minora, kleine Hörner.
d. Tubercula cornuum majorum, Köpfchen an den großen Hörnern.

Figur 15. Oberer mittlerer Schneidezahn, dens incisivus superior medius, von vorn.

a. Corona, Krone.
b. Collum, Hals.
c. Radix, Wurzel.

Figur 16. Oberer mittlerer Schneidezahn, dens incisivus superior medius, von der Seite.

Figur 17. Oberer mittlerer Schneidezahn, dens incisivus superior medius, im Durchschnitt.

a. Cavum dentis, Zahnhöhle.
b. Canalis dentis, Zahnkanal.

Figur 18. Unterer Eckzahn, dens caninus inferior, von vorn.

Figur 19. Unterer Eckzahn, dens caninus inferior, von der Seite.

Figur 20. Unterer Eckzahn, dens caninus inferior, im Durchschnitt.

Figur 21. Vorderer Backzahn, dens buccalis anterior, von vorn.

Figur 22. Vorderer Backzahn, dens buccalis anterior, von der Seite.

Figur 23. Vorderer Backzahn, dens buccalis anterior, im Durchschnitt.

Figur 24. Hinterer Backzahn, dens molaris oder buccalis posterior, von vorn.

Figur 25. Hinterer Backzahn, dens molaris, von der Seite.

Figur 26. Hinterer Backzahn, dens molaris, im Durchschnitt.

Figur 27. Gehörknöchelchen, ossicula auditoria, in natürlicher Größe, einzeln.

a. Malleus, Hammer.
b. Incus, Amboß.
c. Stapes, Steigbügel.

Figur 28. Hammer.

a. Caput, Kopf.
b. Collum, Hals.
c. Manubrium, Handgriff.
d. Processus longus oder folianus, langer Fortsatz.
e. Gelenkfläche für den Amboß.

Figur 29. Amboß.

a. Corpus, Körper.
b. Gelenkgrube für den Hammer.
c. Processus brevis, kurzer Fortsatz.
d. Processus longus, langer Fortsatz.
e. Ossiculum lenticulare Sylvii, des Sylvius linsenförmiges Knöchelchen.

Figur 30. Steigbügel.

a. Capitulum, Köpfchen.
b. Crura, Schenkel.
c. Basis, Basis oder Fußtritt.

Figur 31. Gehörknöchelchen, ossicula auditoria, verbunden.

a. Caput mallei, Kopf des Hammers.
b. Collum mallei, Hals des Hammers.
c. Manubrium mallei, Handgriff des Hammers.
d. Processus longus mallei, langer Fortsatz des Hammers.
e. Processus brevis oder obtusus mallei, kurzer Fortsatz des Hammers.
f. Corpus incutis, Körper des Ambosses.
g. Processus brevis incutis, kurzer Fortsatz des Ambosses.
h. Processus longus incutis, langer Fortsatz des Hammers.
i. Crus stapetis, Schenkel des Steigbügels.
k. Basis stapetis, Fußtritt des Steigbügels.

Figur 32. Linkes Labyrinth, labyrinthus osseus sinister, von vorn.

A. Cochlea, Schnecke.
B. Vestibulum, Vorhof.
C. Canalis semicircularis superior, oberer halbcirkelförmiger Bogengang.
C'. Canalis semicircularis inferior, unterer halbcirkelförmiger Bogengang.
C''. Canalis semicircularis externus, äußerer halbcirkelförmiger Bogengang.
a. Cupula cochleae, Spitze der Schnecke.
b. Fenestra rotunda, rundes Fenster.
c. Fenestra ovalis, ovales Fenster.
d. Ampulla ossea, knöcherne Ampulle.

Figur 33. Linkes Labyrinth, labyrinthus osseus sinister, von innen.

A. Cochlea, Schnecke.
B. Vestibulum, Vorhof.
C. Canalis semicircularis superior, oberer halbcirkelförmiger Bogengang.
C'. Canalis semicircularis inferior, unterer halbcirkelförmiger Bogengang.
C''. Canalis semicircularis externus, äußerer halbcirkelförmiger Bogengang.
a. Modiolus, Spindel.
b. Canalis centralis modioli, Centralkanal der Spindel.
c. Tractus spiralis foraminalentus, durchlöcherter Spiralkauf.
d. Foramen rotundum, rundes Loch.
e. Ampulla ossea, knöcherne Ampulle, flaschenförmige Erweiterung der halbcirkelförmigen Kanäle, an deren einem sich in den Vorhof öffnenden Ende.

Das Schläfenbein.

Die Schläfenbeine, ossa temporum (Taf. 3, Fig. 2, 3), liegen zu beiden Seiten des Schädels und werden vorzugsweise begrenzt von dem Keilbeine, Scheitelbeine und Hinterhauptsbeine. Man unterscheidet an demselben drei Abschnitte: den Schuppentheil, Zitzentheil und Felsentheil. Verbindungen geht das Schläfenbein ein mit dem Keilbeine, Scheitelbeine, Hinterhauptsbeine, Jochbeine und dem Unterkiefer.

Der Schuppentheil, pars squamosa (Taf. 3, Fig. 2A, 3A) bildet den obersten Theil des Schläfenbeins, ist plattenförmig und besitzt eine äußere und innere Fläche.

Von der äußern Fläche geht in horizontaler Richtung der Jochfortsatz, processus zygomaticus (Taf. 3, Fig. 2a, 3c) aus, unter dessen Wurzel sich die Gelenkgrube, fossa articularis oder cavitas glenoidalis (Taf. 3, Fig. 2c), für den Gelenkknopf des Unterkiefers befindet. Vor der Gelenkgrube bildet der Gelenkhügel, tuberculum articulare (Taf. 3, Fig. 2b), einen Knochenwulst. Die Glaser'sche Spalte, fissura Glaseri (Taf. 3, Fig. 2d), welche der Paukenfortsatz, chorda tympani, einem Zweige des Gesichtsnerves, nervus facialis, zum Durchgang dient, befindet sich an der pars petrosa, an der untern vordern Seite des Schläfenbeins.

Die innere Fläche des Schuppentheils, welche schwach concav ist, zeigt wie die übrigen Schädelknochen die Schlagaderfurchen, sulci arteriosi, der arteria meningea media (Taf. 3, Fig. 1, die Zweige, welche von a aus über E laufen), ferner die Fingerförmigen Eindrücke, impressiones digitatae (Taf. 3, Fig. 3a) und die Gehirnerhöhungen, juga cerebralia (Taf. 3, Fig. 3b).

Der Zitzen- oder Warzentheil, pars mastoidea oder mammillaris (Taf. 3, Fig. 2B, 3B), liegt hinter und unter dem Schuppentheil und ragt spitz nach unten als Warzenfortsatz, processus mastoideus (Taf. 3, Fig. 2f, 3d), hervor. Der Warzentheil gehört zu den spongiösen Knochen; an ihm ist noch bemerkenswerth auf der äußern Seite der Warzeneinschnitt, incisura mastoidea (Taf. 3, Fig. 2h) und das Warzenloch, foramen mastoideum (Taf. 3, Fig. 2g, 3f), durch welches ein Blutgefäß geht, und auf der innern Seite die Sigmaförmige Grube, fossa sigmoidea (Taf. 3, Fig. 3e).

Der Felsentheil des Felsenbeins oder die Pyramide, pars petrosa, os petrosum oder pyramidale (Taf. 3, Fig. 2C, 3C), ist der wichtigste Theil des Schläfenbeins; denn es enthält eins der bedeutendsten Sinneswerkzeuge, das Gehörorgan. Es bildet eine dreiseitige, schräg von außen und hinten nach innen und vorn liegende Pyramide, an welcher man die Basis, Spitze und drei Flächen unterscheidet.

Die Basis, basis ossis petrosi, ist nach außen gerichtet, liegt zwischen dem Joch- und Zitzenfortsatz und zeigt den äußern Gehörgang, meatus auditorius externus (Taf. 3, Fig. 2e).

Die Spitze, apex ossis petrosi, liegt nach innen, stößt an den Körper des Keilbeins und hat eine Oeffnung, durch welche die große Kopfschlagader, arteria carotis, hindurchgeht (Taf. 3, Fig. 3h).

Von den drei Flächen des Felsenbeins unterscheidet man eine vordere, hintere und untere Fläche, von denen die beiden erstgenannten im Innern des Schädels, die letztere nach außen liegen. Die vordere und hintere Fläche stoßen durch den Felsenbeinrand oder Felsenbeinwinkel, margo oder angulus petrosus (Taf. 3, Fig. 3k), zusammen. Zu bemerken ist noch an der hintern Fläche der innere Gehörgang, meatus auditorius internus (Taf. 3, Fig. 1u, 3i), sowie die Vorhofswasserleitung, aquaeductus vestibuli (Taf. 3, Fig. 1v, 3l). Das innere Gehörorgan wird äußerlich angedeutet durch die eminentia arcuata (Taf. 3,

Fig. 3m). Von der untern Fläche geht ein dünner, langer und spitzer Knochenfortsatz aus, der Griffelfortsatz, processus styloideus (Taf. 3, Fig. 2i, 3g), welcher Muskeln zum Ansatz dient.

Das Keilbein.

Das Keilbein, os sphenoideum, auch pars sphenoidea ossis basilaris (Taf. 3, Fig. 4, 5), bildet die Mitte des Schädelgrundes und verbindet sich mit sämmtlichen Schädelknochen, sowie von den Gesichtsknochen mit den Jochbeinen, Gaumenbeinen, den Oberkieferbeinen und der Pflugschar. Man unterscheidet an dem Keilbein vier Theile: den Körper, die beiden großen und kleinen Flügel, und die beiden flügelförmigen Fortsätze.

Der Körper, corpus, diaphysis, basis ossis sphenoidei (Taf. 3, Fig. 1D, 4A, 5A), bildet den mittelsten Theil des ganzen Knochens, von dem die übrigen Theile als Fortsätze ausgehen. Derselbe ist hohl, indem die Keilbeinhöhlen, sinus sphenoidales (Taf. 3, Fig. 1h, 5c), welche durch eine senkrechte Scheidewand in zwei seitliche Hälften getrennt werden, sich in ihm befinden. Der Eingang zu denselben, welcher auf unserer Tafel durch die Oeffnung (Fig. 5c) sichtbar ist, wird durch die Keilbeinhörner, ossicula Bertini oder cornua sphenoidalia, bis auf eine kleine Oeffnung, durch welche die Keilbeinhöhlen mit den Siebbeinzellen in Verbindung stehen, geschlossen.

Was das Aeußere des Keilbeinkörpers betrifft, so hat derselbe sechs Flächen, eine obere, zwei seitliche, eine vordere, eine hintere und eine untere.

Die obere Fläche, der Türken- oder Pferdesattel, sella turcica oder equina (Taf. 3, Fig. 4b, 5b), hat aufzuweisen die Grube für den Gehirnanhang, fossa pro glandula pituitaria (Taf. 3, Fig. 4b), ferner die processus clinoidei medii (Taf. 3, Fig. 4a) und processus clinoidei posteriores (Taf. 3, Fig. 4c, 5a), sowie den clivus Blumenbachii (Taf. 3, Fig. 11, 4q).

Die zwei seitlichen Flächen zeigen die Rinne für die arteria carotis, sulcus caroticus (Taf. 3, Fig. 4d), sowie das Zünglein, lingula (Taf. 3, Fig. 4m).

Die vordere Fläche wird durch eine Erhabenheit, die Keilbeinleiste, crista sphenoidalis (Taf. 3, Fig. 4n, 5d), in zwei Hälften getheilt, auf welchen sich die Oeffnungen zu den Keilbeinhöhlen, sinus sphenoidales (Taf. 3, Fig. 5c), befinden.

Die hintere Fläche legt sich an den Grundtheil des Hinterhauptsbeines an, mit welchem sie zu einem Ganzen verwächst, während die untere Fläche, an welchem der Keilbeinschnabel, rostrum sphenoidale, hervorragt, durch diesen mit der Pflugschar in Verbindung tritt.

Die kleinen Flügel oder schwertförmigen Fortsätze, alae parvae oder processus ensiformes (Taf. 3, Fig. 4B, 5B), entspringen mit zwei Wurzeln aus dem vordern und obern Theile des Körpers des Keilbeins und legen sich an die Augenhöhlentheile des Stirnbeins an. Bemerkenswerth sind an ihnen die processus clinoidei anteriores (Taf. 3, Fig. 4e), sowie das Loch für den Sehnerven, foramen opticum (Taf. 3, Fig. 5f).

Die großen Flügel, alae magnae, liegen unter den vorigen und entspringen aus den Seiten des Keilbeinkörpers; zwischen ihnen und den kleinen Flügeln befindet sich eine Spalte, die obere Augenhöhlenspalte, fissura orbitalis superior (Taf. 3, Fig. 4g, 5e), welche Nerven und Venen zum Durchgang dient. Die großen Flügel haben drei Flächen, eine innere, vordere und äußere, welche bei der Bildung der Schädel-, Augen- und Schläfenhöhle sich betheiligen, sowie sechs Ränder, und zwar einen innern obern, vordern obern, vordern untern, hintern obern oder äußern, und hintern untern.

Die innere oder Gehirnfläche, superficies cerebralis (Taf. 3, Fig. 4C), zeigt ebenfalls juga cerebralia und impressiones digitatae, ferner befinden sich drei Oeffnungen auf ihr, das runde Loch, foramen rotundum (Taf. 3, Fig. 4h, 5g), das ovale Loch, foramen ovale (Taf. 3, Fig. 4i), und das Dornenloch, foramen spinosum (Taf. 3, Fig. 4k), welche theils Nerven, die beiden erstern, theils der arteria meningea media, das letztere, zum Durchgang dienen.

Die vordere der Augenhöhlenfläche, superficies orbitalis (Taf. 3, Fig. 5f), hat die Gestalt eines verschobenen Vierecks und bildet den hintern Theil der äußern Wand der Augenhöhle; zwischen dieser Fläche und dem Oberkiefer befindet sich die untere Augenhöhlenspalte, fissura orbitalis inferior (Taf. 2, Fig. 1?), welche Nerven und Venen zum Durchtritt dient.

Die äußere oder Schläfenfläche, superficies temporalis (Taf. 2, Fig. 1C, 2C, 3F), ist durch eine Querlinie, auf Taf. 2, Fig. 2C die scharfe Kante, in zwei Theile, einen obern und einen untern, getrennt. Am untersten, äußern Winkel des letztern befindet sich der Dornenfortsatz, processus spinosus oder spina angularis, auch ala parva Ingrassiae (Taf. 3, Fig. 4l, 5i), daneben der Ausgang des Dornenloches, foramen spinosum und etwas weiter nach oben das ovale Loch, foramen ovale.

Von den sechs Rändern hilft der innere die obere Augenhöhlenspalte bilden, der obere, margo superior (Taf. 3, Fig. 4n), verbindet sich mit dem Stirn- und Scheitelbeine, der vordere obere stößt an das Jochbein, während der vordere untere die untere Augenhöhlenspalte bilden hilft. Der hintere obere oder äußere Rand, margo posterior superior (Taf. 3, Fig. 4p) legt sich an den Schuppentheil des Schläfenbeins, während der hintere untere Rand, margo posterior inferior, auf unserer Taf. 3 in Fig. 4 der Theil zwischen l und m, den Felsentheil des Schläfenbeins berührt.

Die flügelförmigen Fortsätze, oder Gaumenflügel, processus pterygoidei (Taf. 3, Fig. 5D,) steigen aus der mittlern Fläche der Seitentheile des Körpers, hinter den Gaumen- und Oberkieferbeinen, gerade herab. Gebildet werden sie aus zwei Knochenplatten, die unter einem spitzen Winkel nach vorn zusammenstoßen und dadurch eine nach hinten offene Rinne bilden. Die eine Platte heißt der äußere Flügel, ala externa (Taf. 3, Fig. 5l), die andere der innere Flügel, ala interna (Taf. 3, Fig. 5m). Der letztere endigt in den Haken des flügelförmigen Fortsatzes, hamulus pterygoideus (Taf. 3, Fig. 5o). Am untern Ende trennen sich die beiden Flügel von ihrer Berührungslinie, wodurch der Einschnitt des Gaumenflügels, incisura pterygoidea (Taf. 3, Fig. 5), entsteht. Die von beiden Flügeln gebildete, nach hinten offene Rinne heißt die Gaumenflügelgrube, fossa pterygoidea. Noch zu erwähnen ist nahe der Wurzel der Vidianische Kanal, canalis Vidianus (Taf. 3, Fig. 5h), welcher dem nervus Vidianus und der arteria Vidiana zum Durchgang dient.

Das Siebbein.

Das Riechbein oder Siebbein, os ethmoideum oder cribriforme (Taf. 3, Fig. 6, 7), liegt vorzugsweise in der Nasenhöhle und schließt dieselbe gegen die Schädelhöhle ab. Es verbindet sich mit dem

Stirnbein, dem Keilbein, den Nasenbeinen, dem Oberkiefer, den Gaumenbeinen und der Pflugschar. Man unterscheidet an demselben vier Theile, die Siebplatte, die Perpendicularplatte und zwei Labyrinthe.

Die Siebplatte oder Horizontalplatte, lamina cribrosa oder horizontalis (Taf. 3, Fig. 6A, 7C), sieht mit ihrer obern Fläche nach der Schädelhöhle und liegt in dem Riechbeineinschnitte des Stirnbeins (Taf. 2, Fig. 4), vor dem Körper des Keilbeins. An ihr sind bemerkenswerth die Siebbeinlöcher, foramina cribrosa (Taf. 3, Fig. 6b), welche vorzugsweise dem Geruchsnerven zum Durchgang dienen, und der Hahnenkamm, crista galli (Taf. 3, Fig. 6a).

Die senkrechte Platte, lamina perpendicularis, bildet mit der vorigen einen rechten Winkel und steigt von deren unterer Fläche in die Nasenhöhle herab, wo sie sich an die Pflugschar anlegt und so mit dieser die Nasenscheidewand bilden hilft, deren obern Theil sie ausmacht.

Die Labyrinthe oder Seitentheile, labyrinthi (Taf. 3, Fig. 6B, 7A), sind ihrer zwei, ein rechtes und ein linkes, und liegen zu beiden Seiten der senkrechten Platte. Sie bilden zwei zarte, leichte Körper, welche in ihrem Innern die durch feine Knochenplättchen gebildeten Siebbeinzellen, sinus ethmoidales, enthalten, die außen durch die Papierplatte, lamina papyracea (Taf. 3, Fig. 6c), welche zugleich die innere Augenhöhlenwand bildet, nach innen durch die Nasenplatte, lamina nasalis, geschlossen werden. Diese Nasenplatte ist durch einen horizontalen Einschnitt in zwei Abtheilungen, eine obere und eine untere, getrennt, welche obere Nasenmuschel, concha superior (Taf. 3, Fig. 7c, 9d), und mittlere Nasenmuschel, concha media (Taf. 3, Fig. 7b, 9e), genannt werden. Eine Querwand theilt auch noch die Siebbeinzellen in vordere und hintere, von welchen erstern der Hakenfortsatz, processus uncinatus (Taf. 3, Fig. 7a), gegen die untere Nasenmuschel, welche einen besondern Knochen bildet, herabgeht.

Die Oberkieferbeine.

Die Oberkieferbeine, ossa maxillaria superiora (Taf. 3, Fig. 8, 9), nehmen den vordern mittlern Theil des Gesichts ein (s. auch Taf. 2, Fig. 1F, 2K, 3A), sind paarig und verbinden sich sowol untereinander, wie mit den Nasenbeinen, dem Stirnbeine, den Thränenbeinen, dem Siebbeine, dem Keilbeine, den Gaumenbeinen, den Jochbeinen, der Pflugschar, und der untern Nasenmuschel. Man unterscheidet an den Oberkieferbeinen den Körper und vier Fortsätze, und zwar den Nasen-, Wangen-, Zahn- und Gaumenfortsatz.

Der Körper, corpus (Taf. 3, Fig. 8c), bildet den mittlern Theil des Knochens. Er ist hohl, und unterscheidet man an demselben vier Flächen, plana, und zwar die Gesichtsfläche, Schläfenfläche, Augenhöhlenfläche und Nasenhöhlenfläche.

Die Gesichtsfläche, planum faciale (Taf. 3, Fig. 1C), bildet den vordern nach außen gerichteten Theil. An ihr ist besonders bemerkenswerth die Oberkiefergrube, fovea maxillaris (Taf. 2, Fig. 1q, 2x), ferner der untere Augenhöhlenrand, margo infraorbitalis (Taf. 2, Fig. 1, 2), und das untere Augenhöhlenloch, foramen infraorbitale (Taf. 3, Fig. 8b, s. auch Taf. 2, Fig. 1p, 2g).

Die Schläfenfläche, planum temporale, bildet den hintern äußern, nach der Schläfengrube zu gelegenen Theil des Oberkieferhöckers, tuber maxillare, sowie die hintern Zahnhöhlenöffnungen, foramina alveolaria posteriora.

Die Augenhöhlenfläche, planum orbitale, ist nach oben gelegen und umschließt den Unteraugenhöhlenkanal, canalis infraorbitalis (Taf. 3, Fig. 8c).

Die Nasenhöhlenfläche, planum nasale (Taf. 3, Fig. 9), ist nach innen der Nasenhöhle zugewendet. An ihr befindet sich der Eingang zur Highmorshöhle oder Oberkieferhöhle, antrum Highmori oder sinus maxillaris, welche den ganzen innern Raum des Oberkiefers einnimmt und welche an dem geöffneten Oberkiefer (Taf. 3, Fig. 8e) sichtbar ist. Außerdem eine Erhabenheit vorhanden, die Nasenmuschelleiste, Crista turbinalis inferior, zum Ansatz für die untere Nasenmuschel.

Die Fortsätze, processus, sind:

Der Nasen- oder Stirnfortsatz, processus nasalis oder frontalis (Taf. 2, Fig. 1m, 2d; Taf. 3, Fig. 9f), geht nach oben und zeigt an seiner äußern Seite eine Rinne, die Thränenrinne, sulcus lacrymalis, durch welche er zur Bildung der Thränensackgrube, fossa sac lacrymalis (Taf. 2, Fig. 2π; Taf. 3, Fig. 8a), und des Thränenkanals, canalis lacrymalis, beiträgt.

Der Jochfortsatz oder Wangenfortsatz, processus zygomaticus (Taf. 2, Fig. 1n), ist die äußere Verlängerung des Oberkieferbeins, welche sich mit dem Wangenbeine verbindet.

Der Zahnhöhlenfortsatz, processus alveolaris (Taf. 2, Fig. 2β, 3B), bildet den untersten Theil des Oberkiefers, in welchem sich auf jeder Seite acht Zahnzellen, alveoli, für zwei Schneide-, einen Eck- und fünf Backenzähne befinden. Aeußerlich werden dieselben durch die Zahnzellenerhabenheiten, juga alveolaria (Taf. 2, Fig. 1v) angedeutet. Außerdem ist noch zu bemerken der vordere Nasenstachel, spina nasalis anterior (Taf. 2, Fig. 1r, 2ξ), sowie der Schneidezahnkanal, canalis incisivus (Taf. 3, Fig. 1z, 9k), welcher dem nervus nasopalatinus Scarpae und der arteria nasopalatina zum Durchgang dient.

Der Gaumenfortsatz, processus palatinus (Taf. 2, Fig. 3A; Taf. 3, Fig. 1y, 9F), bildet den innern untern Theil des Oberkiefers, liegt horizontal und stößt mit demselben Fortsatz des Oberkieferbeins der andern Seite zusammen. Beide zusammen stellen die Gaumennaht, sutura palatina, und die Nasenleiste, crista nasalis, auf welche sich die Pflugschar aufsetzt, dar.

Die Gaumenbeine.

Die Gaumenbeine, ossa palatina (Taf. 3, Fig. 10, 11), liegen zwischen den Oberkieferbeinen und den flügelförmigen Fortsätzen des Keilbeins, und zwar vor diesen und hinter den Gaumenfortsätzen und der Nasenfläche des Oberkiefers. Die Gaumenbeine verbinden sich mit den Oberkieferbeinen, dem Keilbeine, der untern Nasenmuschel und der Pflugschar. Jedes Gaumenbein zerfällt in zwei Theile, einen horizontalen und einen senkrechten.

Der horizontale oder Gaumentheil, pars horizontalis oder palatina (Taf. 2, Fig. 3B; Taf. 3, Fig. 10A), legt sich unmittelbar an den Gaumenfortsatz des harten Gaumens an, und trägt, indem er sich mit dem der andern Seite verbindet, zur Bildung dieses bei. Durch die Vereinigung beider horizontalen Theile entsteht die Gaumennaht, sutura palatina, mit der Nasenleiste, crista nasalis (Taf. 3, Fig. 10a), an deren hinterm Ende der hintere Nasenstachel, spina nasalis posterior (Taf. 3, Fig. 10b), hervorsteht.

Der senkrechte oder aufsteigende Theil, pars perpendicularis oder ascendens (Taf. 3, Fig. 10B, 11A), legt sich nach hinten an die Nasenfläche des Oberkiefers und nach vorn an den flügelförmigen Fortsatz des Oberkieferbeins an. An der innern, der Nasenhöhle zu-

hrten Fläche befindet sich die untere Querlinie
untere Leiste für die untere Nasenmuschel,
a transversa oder crista turbinalis inferior (Taf. 3,
10c), und die obere Querlinie oder obere
ste für die mittlere Nasenmuschel, linea
asversa oder crista turbinalis superior (Taf. 3,
10d). An der äußern Fläche ist zu bemerken: die
umenrinne, sulcus palatinus, welche zur Bildung
Flügel-Gaumenkanals, canalis pterygo-
atinus beiträgt. An dem senkrechten Theile sind
drei Fortsätze zu unterscheiden, und zwar:
Der Pyramidenfortsatz, processus pyramidalis
af. 3, Fig. 11B). Derselbe führt in den Einschnitt des
elförmigen Fortsatzes des Keilbeins und wird vom
nern und äußern Gaumenkanal, canalis pa-
atinus internus und externus, durchbohrt.
Der Augenhöhlenfortsatz, processus orbitalis
af. 3, Fig. 10C, 11C), legt sich an die Papierplatte
Siebbeins und an die Augenhöhlenfläche des Ober-
fers an, sodaß er die hintere untere Fläche der Augen-
hle mit bilden hilft.
Der Keilbeinfortsatz, processus sphenoidalis
af. 6, Fig. 10D, 11D), legt sich an den Körper des
lbeins und an die Keilbeinhörner an.
Zwischen dem Augenhöhlenfortsatz und dem Keilbein-
satz befindet sich der Keilbein-Gaumeneinschnitt,
sura spheno-palatina (Taf. 3, Fig. 10e, 11b), und
Keilbein-Gaumenöffnung, foramen spheno-
atinum (Taf. 3, Fig. 10f, 11c).

Die untern Nasenmuscheln.

Die untern Nasenmuscheln, ossa turbinata in-
ora oder conchae inferiores (Taf. 3, Fig. 9g), liegen
beiden Seiten an der untern äußern Wand der
chernen Nasenhöhle. Sie sind aus poröser Knochen-
sse gebildet und haben eine innere und äußere Fläche,
ie drei Fortsätze, den Thränen-, Oberkiefer- und
ebbeinfortsatz, processus lacrymalis, maxillaris
ethmoidalis. In Verbindung treten die Nasen-
scheln mit dem Oberkiefer, den Gaumenbeinen, den
ebbeinen und den Thränenbeinen. Die innere Fläche,
che frei nach der Nasenhöhle zu sieht, ist conver,
rend die äußere nach dem Oberkiefer zu gerichtete
che concav ist.

Die Pflugschar.

Die Pflugschar oder das Scheidebein, vomer,
eine senkrechte Richtung, theilt die Nasenhöhle von
n nach hinten in zwei Theile und erstreckt sich von
Perpendicularplatte des Siebbeins bis zur Nasen-
te. Die Pflugschar hat die Gestalt eines ver-
beneu Vierecks, zwei Flächen, von denen die eine
die rechte, die andere in die linke Nasenhöhle sieht,
ie vier Ränder, und zwar:
einen obern oder Keilbeinrand, margo sphe-
deus, welcher sich mit zwei Flügeln, alae vomeris,
den Keilbeinschnabel anlegt,
einen untern oder Gaumenrand, margo pa-
inus, welcher sich an die Nasenleiste der Gaumen-
tsätze des Oberkiefers und der horizontalen Theile
Gaumenbeine anlegt,
einen vordern oder Siebbeinrand, margo eth-
oidalis, welcher sich mit der Perpendicularplatte des
ebbeins verbindet,
einen hintern Rand, margo posterior (Taf.
Fig. 3 G), welcher frei in den Rachen schaut
d die Scheidewand der hintern Rachenhöhlenöffnung
det.

Der Unterkiefer.

Der Unterkiefer, os maxillare inferius oder maxilla inferior, auch mandibula (Taf. 2, Fig. 1δ, 2k; Taf. 3, Fig. 1M, 12, 13), bildet den tiefsten Theil des Gesichts und schließt dasselbe nach dem Hals zu ab. Er hat eine hufeisenförmige Gestalt, besteht aus dem Körper und zwei Aesten und tritt mit dem Schläfenbein durch ein Gelenk in Verbindung.

Der Körper oder horizontale Theil, corpus (Taf. 3, Fig. 1γ, 12A, 13A), ist bogenförmig gekrümmt. Der mittlere untere Theil bildet das Kinn, mentum (Taf. 3, Fig. 1δ). Am Körper unterscheidet man zwei Flächen, eine innere und eine äußere, und zwei Ränder, einen obern und einen untern.

Die äußere Fläche, superficies externa (Taf. 3, Fig. 12A, 13A), trägt in ihrer Mitte den äußern Kinnstachel, spina oder protuberantia mentalis externa (Taf. 3, Fig. 12c, 13a). Zu beiden Seiten davon, etwas nach außen, befindet sich die Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung, foramen mentale oder maxillare anticum (Taf. 3, Fig. 12d, 13c), welche den Ausgang des untern Zahnhöhlenkanals, canalis alveolaris inferior, bildet. An den Seitentheilen des Körpers ist noch die äußere schräge Linie, linea obliqua externa (Taf. 3, Fig. 12e), zu bemerken.

Die innere Fläche, superficies interna (Taf. 3, Fig. 1M), zeigt in der Mitte den innern Kinnstachel, spina mentalis interna (Taf. 3, Fig. 1e, 13b), und die innere schräge Linie, linea obliqua interna (Taf. 3, Fig. 1ε).

Der obere oder Zahnhöhlenrand, margo alveolaris (Taf. 3, Fig. 12b), enthält 16 Zahnzellen, alveoli, für die vier Schneide- (Taf. 3, Fig. 12K, 13M), zwei Eck- (Taf. 3, Fig. 12l, 13n) und zehn Backenzähne (Taf. 3, Fig. 12m, 13o) des Unterkiefers, die sich äußerlich durch die Zahnhöhlenerhabenheiten, juga alveolaria (Taf. 3, Fig. 12b), markiren.

Der untere Rand oder die Basis, margo inferior oder basis corporis (Taf. 3, Fig. 12a), ist dick, wulstig und dient Muskeln zum Ansatz.

Die Aeste, rami, verbinden sich unter einem Winkel, dem Unterkieferwinkel, angulus maxillae inferioris (Taf. 3, Fig. 1η, 12f), mit dem Körper.

Jeder der beiden Aeste spaltet sich in den Gelenkfortsatz, processus condyloideus oder condylus (Taf. 3, Fig. 1ι, 12g, 13i), welcher in die Gelenkgrube des Schläfenbeins eingefügt ist und daselbst das Unterkiefergelenk bildet, und in den Kronenfortsatz, processus coronoideus, welcher dem Schläfenmuskel zum Ansatz dient. Zwischen dem Gelenkfortsatz und dem Kronenfortsatz befindet sich der halbmondförmige Einschnitt, incisura semilunaris oder sigmoidea (Taf. 3, Fig. 1k, 12i, 13K), und an der Innenseite der beiden Aeste das hintere Unterkieferloch, foramen maxillare posterius oder alveolare inferius (Taf. 3, Fig. 1θ, 12f), welches den Eingang zum Unterkieferkanal bildet. Daneben befindet sich eine kleine Knochenlamelle, das Zünglein, lingula (Taf. 3, Fig. 13g), und etwas weiter nach unten die Rinne für den musculus mylo-hyoideus.

Das Zungenbein.

Das Zungenbein, os hyoideum oder linguale (Taf. 3, Fig. 14), liegt parallel unter dem untern Rande des Unterkiefers am vordern Theile des Halses über dem Kehlkopfe, ohne direct mit irgendeinem Theile des Skelets in Verbindung zu treten. Man unterscheidet an ihm den Körper, zwei große und zwei

kleine Hörner. Nur durch lange, schmale Bänder tritt es in Verbindung mit den Griffelfortsätzen der Schläfenbeine und dem Schildknorpel des Kehlkopfes.

Der Körper oder die Basis, corpus oder basis ossis hyoidei (Taf. 3, Fig. 14 a), ist das mittlere Stück; es hat eine äußere obere convexe, und eine innere untere concave Fläche. An beide Enden setzen sich

die großen Hörner, cornua majora (Taf. 3, Fig. 14 b), an, welche an ihrem freien Ende mit einem rundlichen Knötchen, dem Knöpfchen der großen Hörner, tuberculum cornium majorum (Taf. 3, Fig. 14 d), enden.

Die kleinen Hörner, cornua minora (Taf. 3, Fig. 14 c), steigen schräg nach auf- und rückwärts vom Körper da, wo sich derselbe mit den großen Hörnern verbindet.

Die Zähne.

Die Zähne, dentes, mordices (Taf. 3, Fig. 12 k, l, m, 13 m, n, o, 15—23) sind knochenähnliche Körper, an der Zahl 32, welche mit einem Theile, der Krone, corona (Taf. 3, Fig. 16 a), frei in die Mundhöhle hervorragen, mit dem andern Theile, der Wurzel, radix (Taf. 3, Fig. 15 c), in den Zahnzellen des Ober- und Unterkiefers stecken; beide Theile werden durch den Hals, collum (Taf. 3, Fig. 15 b) miteinander verbunden. Die Zähne bilden zwei Reihen, zu je 16 Stück, welche dem Ober- und Unterkiefer eingefügt sind. Jede Reihe zerfällt wieder in vier Schneidezähne, dentes incisivi (Taf. 3, Fig. 12 k, 13 m, 15, 16, 17), welche die Mitte des Kiefers einnehmen, zwei Eck- oder Spitzzähne, dentes canini (Taf. 3, Fig. 12 l, 13 p, 18, 19, 20), von denen der eine rechts, der andere links von den Schneidezähnen seinen Platz hat; und zehn Backzähnen, dentes buccales (Taf. 13, Fig. 12 m, 13 o, 21—26), welche sich zu je fünf an beiden Seiten den Eckzähnen anschließen; von diesen heißen die sechs größern hintern Mahlzähne, dentes molares (Taf. 13, Fig. 24, 25, 26).

Jeder Zahn hat in seinem Innern eine Höhle, die Zahnhöhle, cavum dentis (Taf. 3, Fig. 17 a), zu welcher von der Spitze der Wurzel ein feiner Gang, der Zahnkanal, canalis dentis (Taf. 3, 17 b), führt.

Außer den bereits oben erwähnten Theilen: der Krone, dem Halse und der Wurzel, unterscheidet man an jedem Zahne drei Substanzen: den Zahnschmelz oder die Email, substantia vitrea, die Knochen- oder Rindensubstanz, auch Cement genannt, substantia osteoidea, und die Elfenbein- oder Zahnsubstanz, auch das Zahnbein, substantia eburnea oder dentinea.

Die Krone, corona (Taf. 3, Fig. 15 a), ist der frei in die Mundhöhle ragende Theil des Zahnes, sie besteht aus Zahnsubstanz und ist außen mit Zahnschmelz überzogen; in das Innere der Krone erstreckt sich ein Theil der Zahnhöhle.

Der Hals, collum (Taf. 3, Fig. 15 b), ist der Theil des Zahnes, welcher sich unmittelbar an die Krone anschließt und vom Saume des Zahnfleisches umgeben wird. Er ist hohl und besteht aus Zahnsubstanz, die außen von einer Scheide Knochensubstanz überkleidet wird.

Die Wurzel, radix (Taf. 3, Fig. 15 c), bildet den untern Theil des Zahns, welcher in der Zahnzelle steckt. Sie wird von dem Zahnkanale durchsetzt und besteht aus Zahnsubstanz, die außen von Knochensubstanz umgeben ist.

Zur Unterscheidung der verschiedenen Zähne untereinander gibt Bock ein sehr instructives Schema an, das wir hier folgen lassen:

Schneidezähne, dentes incisivi, auch pr[illegible] oder incisores (Taf. 3, Fig. 12 k, 13 m, 15, 16, 1[illegible]).

Es sind vier Stück in jedem Kiefer, welche [illegible] einander in der Mitte der Zahnreihe und an [illegible] nach vorn stehen. Man kann zwei rechte [illegible] linke, oder zwei innere und zwei äußere Sch[illegible] annehmen.

Die Krone ist meißelförmig, breit, glatt, [illegible] vordern Fläche convex, auf der hintern schm[illegible] dreieckigen concav, am freien oder Kauran[illegible] breiter, aber dünner, gegen die Wurzel zu schmäl[illegible] dicker. Die Schneide ist mit drei nur aus [illegible] bestehenden Spitzen versehen, die sich aber [illegible] schleifen. Die Schmelzlage ist vorn dicker, hinten [illegible] am dünnsten an den Seiten.

Die Wurzel ist einfach rundlich, stumpf [illegible] und nicht so lang als bei den andern Zähnen.

Die obern Schneidezähne sind stärker, dicker, [illegible] und hervorragender als die untern, besonders [illegible] beiden mittlern. Die Richtung ihrer Achsen geh[illegible] oben nach unten etwas vorwärts und gegen[illegible]

Die untern Schneidezähne sind viel kleiner [illegible] obern; besonders klein ist das innere Paar, [illegible] recht steht, während das äußere Paar nach [illegible] einanderweicht.

Spitzzähne, dentes canini, auch angular[illegible] laniarii (Taf. 3, Fig. 12 l, 13 n, 18, 19, 20).

Es sind zwei Stück in jedem Kiefer, welche [illegible] voneinander, der eine am rechten, der [illegible] linken äußern Schneidezahn steht. Die im Ob[illegible] heißen auch Augenzähne, die untern Eck- oder [illegible] zähne.

Die Krone ist größer, dicker und länger [illegible] den Schneidezähnen und bildet einen Kegel [illegible] Pyramide, die rundlich, stumpf-spitzig, vorn [illegible] hinten in zwei ungleiche, etwas ausgehöhlte [illegible] flächen geschieden ist. Der Schmelz ist dicker, [illegible] an den Seiten, als bei den Schneidezähnen.

Die Wurzel ist einfach, länger, dicker und [illegible] endend als bei den Schneidezähnen, von der [illegible] ist sie platt zusammengedrückt.

Die obern Spitz- oder Augenzähne sind [illegible] länger als die untern, ihre Krone ist kolbiger [illegible] Wurzel rundlicher.

Die untern Spitz- oder Hundszähne greifen [illegible] Schließen des Mundes zwischen den obern Sch[illegible] äußern Schneidezahn ein.

Backenzähne, dentes buccales (Taf. 3, Fig. [illegible] 13 o, 21—26), die hintern drei auf jeder Seite [illegible] Mahlzähne, dentes molares (Taf. 3, Fig. 24 [illegible]) genannt.

Es sind zehn Stück in jedem Kiefer, von denen [illegible] fünf an den rechten, die andern fünf an den [illegible] Spitzzahn anschließen. Die zwei vordern, vorzug[illegible] dentes buccales genannt, sind die kleinern und [illegible] zwei Wurzeln, weshalb sie zweispitzige, bicu[illegible] heißen, während die drei hintern, welche den [illegible] Mahlzähne, dentes molares, führen, größer sind [illegible] oder sogar vier Wurzeln haben, weshalb sie [illegible] vierspitzige, tri- oder quadricuspidati genannt [illegible]

Die Krone ist mehr breit als hoch, rundlich [illegible] seitig, zackig und eingekeilt. Die Kronen der [illegible] spitzigen Zähne zeigen zwei kurze stumpfe Spitzen [illegible] äußere höhere und stärkere, und eine innere [illegible] und schwächere. Die Mahlzähne haben die [illegible] Kronen, die mit drei, vier oder mehrern Spitzen [illegible] der Kaufläche, zwischen denen eine kreuzförmige [illegible] tiefung bleibt, versehen sind.

Die Wurzel ist, wie schon erwähnt, meist [illegible] und zwar bei den vordern Backzähnen meist [illegible]

le, doch kommt es auch vor, daß diese zu einem
en, nur am äußersten Ende gespaltenen Zapfen
achsen, der aber dann immer noch zwei Kanäle
ält, als wenn die Wurzeln getrennt wären. Die
lzähne sind seltener nur mit zwei, häufiger mit
meist mit drei Wurzeln versehen.
ie obern Backzähne sind mit ihren Achsen nach
en gerichtet und haben öfter eine Wurzel mehr
die ihnen entsprechenden untern Backzähne.
Die untern Backzähne sind mit ihren Achsen nach
en gerichtet.
Der letzte Backzahn, sowol oberer wie unterer, führt
den Namen Weisheitszahn, dens sapientiae, er
t erst in spätern Jahren durch, bleibt auch oft
ganze Leben über im Kiefer verborgen.
Die Schneidezähne, Spitzzähne und vordern Back-
ne werden gewechselt, während die Mahlzähne
bend sind. Die nicht bleibenden Zähne werden
lchzähne, dentes decidui, genannt, während die
benden dentes permanentes heißen. Die erstern
etwas kleiner als die bleibenden, und besitzen auch
etwas kürzere Wurzel. Das Ausfallen der Milch-
ne findet vom sechsten oder siebenten Jahre an statt.
Das die die Zähne bildenden Substanzen betrifft,
stellt das Zahnbein die Grundlage und Haupt-
tanz der Zähne dar. Es umgibt die Zahnhöhle
ie den Zahnkanal und bildet das Innere der Krone,
Halses und der Wurzel. Umgeben ist es an
rer von der Email, die namentlich an der Kau-
e am dichsten aufgetragen ist und nach dem Halse
immer dünner wird, während Hals und Wurzel
der Knochensubstanz überzogen werden. Jene ist
dichteste, schwerste, härteste und sprödeste Masse im
per, sie besteht fast nur aus anorganischen Theilen
ist außerordentlich fest mit dem darunter befind-
en Zahnbein verbunden. Die Knochensubstanz oder
Cement bildet eine Scheide um den von der Email
r dem Zahnschmelz nicht überzogenen Theil des
ns, und stimmt mit der gewöhnlichen Knochen-
stanz vollständig überein, während die Zahnsubstanz
ter, dichter und undurchsichtiger als die Knochen-
stanz ist und mehr erdige Bestandtheile als diese
ält. Sie besteht aus einer homogenen Grund-
stanz, durch welche sehr feine Röhrchen, etwas
ag und wellenförmig gebogen, in der Richtung von
Zahnhöhle nach der Oberfläche des Zahns ver-
en, der Zahnschmelz dagegen aus anscheinend
en Prismen, welche regelmäßig angeordnet vom
rnbein bis zur Oberfläche des Zahns sich erstrecken.
zartes, vollkommen homogenes und verkalktes
ätchen, das Schmelzoberhäutchen, cuticula,
zieht den Zahnschmelz an seiner freien Oberfläche
ist außerordentlich fest mit diesem verbunden.
Durch den Zahnkanal tritt in die Zahnhöhle ein
v sowie ein arterielles Blutgefäß ein, ein venöses
egen aus.

Die Gehörknöchelchen, ossicula auditoria.

Das Gehörorgan liegt zu beiden Seiten des
ädels im Schläfenbeine und wird in drei Ab-
itte eingetheilt: in den äußern, welcher die
rtig-knorpelige Ohrmuschel, den äußern
hörgang (Taf. 2, Fig. 2q, 3p; Taf. 3, Fig. 2e)
das Trommelfell umfaßt, in den mittlern,
sogenannte Paukenhöhle mit den Gehör-
chelchen und der Ohrtrompete, und in den
ern, das Labyrinth.
Wir haben es gegenwärtig nur mit den Gehör-
chelchen und dem Labyrinthe zu thun und gehen auf die übrigen Theile nur insoweit ein, als es das Verständniß jener erfordert.

Der äußere Gehörgang, meatus auditorius externus (Taf. 2, Fig. 2q, 3p; Taf. 3, Fig. 2e), welcher mit einer trichterförmigen Oeffnung in der Ohrmuschel beginnt, zur Hälfte knorpelig, zur Hälfte knöchern ist und mit letzterer im Felsentheile des Schläfenbeins etwas nach vorn, innen und unten läuft, wird an seinem innern Ende durch das Trommel- oder Paukenfell, membrana tympani, geschlossen. Dasselbe ist eine dünne elastische Haut, welche den äußern Gehörgang von der Paukenhöhle trennt. Die Lage dieser Membran ist schräg, sodaß der untere und vordere Theil des äußern Gehörgangs weiter nach innen reichen, als der obere und hintere. Gegen die Mitte ist das elliptisch geformte Trommelfell trichterförmig nach innen gezogen, von welcher Stelle aus etwas nach hinten eine kleine längliche Erhabenheit geht. Diese Unterbrechungen der Ebene werden durch den an der innern Fläche des Trommelfells angewachsenen Hammer hervorgebracht, welcher von außen angefangen, die Reihe der Gehörknöchelchen eröffnet, die durch die Paukenhöhle hindurchgehen und sich bis zum Labyrinth erstrecken.

Die Gehörknöchelchen, ossicula auditoria (Taf. 3, Fig. 27, 28, 29, 30, 31), sind der Zahl nach drei. Sie sind durch Gelenke miteinander verbunden, wodurch sie zu einer beweglichen, mehrfach geknickten Reihe (Taf. 3, Fig. 31) vereinigt sind, und in Bewegung gesetzt wie ein Kniehebel wirken. Sie bestehen aus Knochensubstanz, wie alle andern Knochen, und sind an ihren Gelenkflächen mit Knorpelsubstanz überzogen. Sie sind sehr klein und zart, wie die auf Taf. 3, Fig. 27a, b, c, wiedergegebene Abbildung zeigt.

Der Hammer, malleus (Taf. 3, Fig. 27a, 28), ist das größte der Gehörknöchelchen. Er hat die Form einer Keule, welche am Halse etwas geknickt ist, und von wo ziemlich unter einem Winkel von 90 Grad ein langer Fortsatz ausgeht.

Man unterscheidet am Hammer fünf Theile: den Kopf, Hals, Handgriff und den langen und kurzen Fortsatz.

Der Kopf, caput (Taf. 3, Fig. 28a, 31a), ist der oberste birnenförmige Theil des Hammers. An demselben befindet sich eine Gelenkfläche (Taf. 3, Fig. 28c) für den Amboß. Unter derselben geht der Kopf, indem er sich verjüngt, in den

Hals, collum (Taf. 3, Fig. 28b, 31b), über. Derselbe geht vom Kopf auswärts nach dem Trommelfell zu, und bildet mit dem

Handgriff, manubrium (Taf. 3, Fig. 28c, 31c), einen stumpfen Winkel. Derselbe, der sich vom Halse an bis zur Spitze immer mehr verjüngt, liegt schräg nach vor-, ab- und einwärts und ist in das Trommelfell eingefügt, dessen obere Hälfte bis über die Mitte herab er in radialer Richtung durchschneidet.

Der lange Fortsatz, processus longus oder Folianus (Taf. 3, Fig. 28d, 31d), entspringt gleichfalls vom Halse des Hammers, bildet mit dem Handgriff ungefähr einen rechten Winkel und erstreckt sich von der vordern Seite des Halses in horizontaler Richtung über das Trommelfell nach vorn.

Der kurze Fortsatz, processus brevis oder obtusus (Taf. 3, Fig. 31e), ragt an der Stelle, wo der Handgriff mit dem Halse einen stumpfen Winkel bildet, nach außen und etwas nach oben hervor und drängt an dieser Stelle das Trommelfell etwas nach dem äußern Gehörgang hervor, während die Spitze des Handgriffs dasselbe etwas nach innen zieht, wodurch dessen trichterförmige Gestalt hervorgebracht wird.

Der Amboß, incus (Taf. 3, Fig. 27b, 29), articulirt mit dem Hammer, legt sich an dessen Gelenkfläche an und erstreckt sich von da im hintern obern Theile der Paukenhöhle an deren äußerer Wand nach innen. Die Gestalt des Ambosses ist ziemlich die eines Backzahns, dessen beide Wurzeln stark auseinandergehen.

Man unterscheidet am Amboß vier Theile: den Körper, den kurzen und langen Fortsatz und das linsenförmige Knöchelchen.

Der Körper, corpus (Taf. 3, Fig. 29a, 31f), ist der oberste dickste Theil des Ambosses von länglich ovaler Gestalt. Derselbe ist an seiner vordern obern Fläche mit einer Gelenkgrube (Taf. 3, Fig. 29b) für den Kopf des Hammers versehen. Von dem obern und hintern Rande des Ambosses geht der

Kurze Fortsatz, processus brevis (Taf. 3, Fig. 29c, 31g), aus. Derselbe geht schräg ab- und rückwärts zur hintern untern Wand der Paukenhöhle.

Der lange Fortsatz, processus longus (Taf. 3, Fig. 29d, 31h), entspringt aus dem untern Rande des Körpers und geht fast parallel mit dem Handgriff des Hammers, hinter diesem frei in die Paukenhöhle hineinragend, nach abwärts. An der äußersten, schwach gebogenen Spitze desselben befindet sich das

Linsenförmige Knöchelchen, ossiculum lenticulare Sylvii (Taf. 3, Fig. 29e), welches mit einer Gelenkfläche versehen ist, an die sich der

Steigbügel, stapes (Taf. 3, Fig. 27c, 30), anlegt. Derselbe bildet mit dem langen Fortsatz des Ambosses einen rechten Winkel und ragt ziemlich in horizontaler Richtung in die Paukenhöhle hinein, sich nach innen bis zum Labyrinth erstreckend, wo er dem ovalen Fenster desselben eingefügt ist. Die Form des Steigbügels wird vollständig durch den Namen gekennzeichnet. Man unterscheidet an ihm das Köpfchen, die beiden Schenkel und den Fußtritt.

Das Köpfchen, capitulum (Taf. 3, Fig. 30a), legt sich mit einer Gelenkfläche an das linsenförmige Knöchelchen an. Von demselben aus gehen in horizontaler Richtung die beiden schwach gekrümmten

Schenkel, crura (Taf. 3, Fig. 30b, 31i), von welchen man einen vordern und hintern unterscheidet. Verbunden werden die beiden auseinandergehenden Schenkel nach innen durch den

Fußtritt oder die Basis, basis stapedis (Taf. 3, Fig. 30c, 31k). Dieselbe bildet auf ihrer Fläche ein längliches Oval, mit der sie in das ovale Fenster des Labyrinthes eingefügt ist.

Die Verbindung der Gehörknöchelchen unter sich findet durch Bänder statt, außerdem werden sie sämmtlich von der Schleimhaut der Paukenhöhle überkleidet und besitzen eigene kleine Muskeln, welche sie zu bestimmten Zwecken in Bewegung setzen können.

Das Labyrinth, labyrinthus.

Das Labyrinth bildet den innersten Theil des Gehörorgans. An demselben unterscheidet man das knöcherne Labyrinth, labyrinthus osseus (Taf. 3, Fig. 32, 33), und das häutige Labyrinth, labyrinthus membranaceus. Ersteres zerfällt in den Vorhof, die Bogengänge und die Schnecke.

Der Vorhof, vestibulum (Taf. 3, Fig. 32B, 33B), bildet die Verbindung zwischen den Bogengängen und der Schnecke und nimmt den mittlern Theil des Labyrinthes ein. Nach außen stößt er an die Paukenhöhle, nach innen an den innern Gehörgang, durch welchen der Gehörnerv zum Labyrinth gelangt.

Nach der Paukenhöhle zu befindet sich im Vorhof eine größere Oeffnung, das ovale Fenster, fenestra ovalis (Taf. 3, Fig. 32c), welches durch die Fußplatte des Steigbügels bedeckt wird.

Die Bogengänge oder halbzirkelförmigen Kanäle, canales semicirculares (Taf. 3, Fig. 32 c', c''; 33c, c', c''), stellen drei gebogene Röhren dar, welche aus dem Vorhof entspringen und den nach hinten gelegenen Theil des Labyrinthes bilden. An ihrem Ursprung im Vorhof sind die Bogengänge kurz und angeschwollen, welche Erweiterung die Ampullen oder Flasche, ampulla ossea (Taf. 3, Fig. 32d), genannt wird, im weitern Verlauf verengern sich aber.

Die drei halbzirkelförmigen Kanäle unterscheidet man als obern, untern und äußern Bogengang.

Der obere Bogengang (Taf. 3, Fig. 32c), steht senkrecht auf der Längenachse des Felsenbeins und biegt sich von vorn und innen nach hinten und außen, sodaß seine höchste Wölbung als eine Erhebung auf der obern Fläche des Felsentheils des Schläfenbeins hervortritt.

Aus dem Vorhof entspringt er mit der Ampulle, ampulla superior (Taf. 3, Fig. 32c, d), während der hintere Schenkel sich mit dem obern des untern Bogengangs gemeinschaftlich ohne Anschwellung wieder in den Vorhof öffnet.

Der untere oder hintere Bogengang (Taf. 3, Fig. 32C', 33C') ist mit seiner Ebene in einem stumpfen Winkel zu vorigem gestellt und liegt im Querdurchschnitt des Felsenbeins. Der untere Schenkel entspringt mit der untern Ampulle, ampulla inferior (Taf. 3, Fig. 32c', d, 33c', e), aus der untern Wand des Vorhofs, während, wie schon erwähnt, der hintere Schenkel mit dem hintern des obern Bogengangs gemeinsam in den Vorhof einmündet.

Der äußere oder horizontale Bogengang (Taf. 3, Fig. 32C'', 33C'') liegt mit seiner Ebene senkrecht zum Querschnitt des Felsenbeins. Er entspringt mit der vordern Ampulle, ampulla anterior (Taf. 3, Fig. 32C'', d, 33C'', e), an der äußern Wand des Vorhofs und mündet in denselben wieder zwischen den beiden Schenkeln des untern Bogengangs.

Die Schnecke, cochlea (Taf. 3, Fig. 32A), wird aus einer spiralförmig $2^1/_2$ mal aufgerollten sich nach oben verjüngenden Röhre gebildet. Sie ist nach vorn vom Vorhof und sieht mit ihrer Basis capula (Taf. 3, Fig. 32a), nach unten und vorn ihrer Basis nach innen und etwas nach hinten oben. Im rechten Ohr ist die Schnecke rechts linken links gewunden.

Die Röhre wird der Länge nach durch eine knöcherne, halb häutige Scheidewand, die Spiralplatte, lamina spiralis, in zwei Hälften getheilt, welche Treppen, scalae, heißen, von welchen die obere, engere und längere, die Vorhofstreppe, scala vestibuli, die andere untere dagegen die Paukenhöhlentreppe, scala tympani, genannt wird, welche dem runden Fenster, fenestra rotunda (Taf. 3, Fig. 32c, 33d), welches durch eine Membran geschlossen ist, ihren Anfang nimmt, während die Vorhofstreppe in den Vorhof einmündet.

Die Windungen der Schnecke drehen sich um eine knöcherne Achse, welche an ihrer Basis Spindel, modiolus (Taf. 3, Fig. 33a), genannt wird. Sie enthält mehrern kleinen Röhrchen für den Durchgang der Nerven einen mittlern größern Kanal, canalis centralis modioli (Taf. 3, Fig. 33b), enthält die zweite Windung heißt mit knöcherner Achse Spindelchen, columella, und für die letzte halbe Windung das Spindelblatt, lamina modioli.

Innere des Labyrinths, in welchem der Ge- sich ausbreitet, ist hohl und mit einer Flüssig- e perilympha oder aquula Cotunni erfüllt, das im Vorhof und in den Bogengängen auf- te häutige Labyrinth, labyrinthus mem- eus, umspült, sodaß dieses in ihr flottirt, d sie sich außerdem auch in die Treppen der e ergießt, wo die häutige Spiralplatte, spiralis membranacea, in ihr schwingen kann, lcher letztern, wie in den Säckchen des häutigen ıths, die sich in den Ampullen befinden, der nerv endet.

Tafel 4.

bdem auf den Taf. 2 und 3 die verschiedenen n der Wirbel sowie deren Modificationen in schädelknochen zur Anschauung gebracht worden bringt die uns vorliegende Taf. 4 zunächst die ügung der einzelnen Wirbel zur Wirbelsäule mit Anhängen, den Rippen, dem rechten Schlüssel- und Schulterblatte, sowie dem Brustbeine, also ıuzen Brustkorb oder Thorax, zur Darstellung. ı schließt sich als unterster Theil des Rumpfes Becken, die Vereinigung der Darm-, Sitz- und nbeine als Ganzes mit dem Kreuzbeine. Außer- bringt diese Tafel noch sämmtliche Knochen der und untern Extremitäten, sodaß mit ihr die ellung der Knochenlehre geschlossen werden kann.

1. Der Brustkasten mit den Hals- und enwirbeln, sowie den Schulterknochen der rechten Seite.

Atlas, Träger.
Epistropheus, Umdreher.
Vertebra prominens oder septima colli, der hervorragende oder siebente Halswirbel.
Canalis vertebralis, Wirbelkanal. Durchgang für die Arteria vertebralis.
Processus odontoideus epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
Vertebra thoracis oder dorsi prima, erster Brustbeinwirbel.
Vertebra thoracis duodecima, zwölfter Brustwirbel.
Vertebra lumborum oder abdominis prima, erster Lendenwirbel.
Vertebra lumborum quinta, fünfter Lendenwirbel.
Costa prima vera oder genuina, erste wahre Rippe.
Costa septima, siebente Rippe.
Costa octava, oder costa prima spuria, achte Rippe, oder erste falsche Rippe.
Costa duodecima, zwölfte Rippe.
Manubrium sterni, Handgriff oder Handhabe des Brustbeins.
Corpus sterni, Körper oder Mittelstück des Brustbeins.
Processus xiphoideus oder ensiformis sterni, schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins.
Clavicula, Schlüsselbein.
Scapula, Schulterblatt.
Cavitas glenoidalis scapulae, Gelenkgrube des Schulterblattes.

2. Das Becken, pelvis, von vorn.

Sacrum, Kreuz- oder heiliges Bein.
pelvis, die Knochen des Beckens (im engern inne).

C. Os ilei, Darm- oder Hüftbein.
D. Os ischii, Sitzbein.
E. Os pubis, Schambein.
a. Processus obliquus superior ossis sacri, oberer Gelenkfortsatz des Kreuzbeins.
b. Basis ossis sacri, Basis des Kreuzbeins.
c. Linea arcuata interna, innere bogenförmige Linie (Anhang auf dem Kreuzbeine).
d. Foramina sacralia anteriora, vordere Kreuzbeinlöcher.
e. Linea arcuata interna, innere bogenförmige Linie, Fortsetzung.
f. Symphysis sacro-iliaca, Hüft-Kreuzbeinfuge.
g. Crista ilei, Darmbeinkamm.
h. Spina ilei anterior superior, vorderer oberer Darmbeinstachel.
i. Spina ilei anterior inferior, vorderer unterer Darmbeinstachel.
k. Incisura semilunaris anterior ossis ilei, vorderer halbmondförmiger Einschnitt des Darmbeins.
l. Spina ischii, Sitzbeinstachel.
m. Tuber ileo-pectineum, Darm-Schambeinkammhöcker.
n. Acetabulum, Pfanne.
o. Supercilium acetabuli, Pfannenrand.
p. Incisura acetabuli, Pfanneneinschnitt.
q. Foramen obturatorium, Hüftloch.
r. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Ast des Schambeins.
s. Spina pubis, Schambeinstachel.
t. Ramus descendens ossis pubis, absteigender Ast des Schambeins.
u. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
v. Ramus adscendens ossis ischii, aufsteigender Ast des Sitzbeins.
w. Tuber ossis ischii, Sitzknorren.
x. Ramus descendens ossis ischii, absteigender Ast des Sitzbeins.

Figur 3. Rippe, costa, von außen.

A. Extremitas posterior costae, hinterer Rippenrand.
B. Corpus costae, Rippenkörper.
C. Extremitas anterior costae, vorderer Rippenrand.
a. Capitulum, Köpfchen.
b. Collum, Hals.
c. Tuberculum, Höckerchen.
d. Angulus, Winkel.
e. Margo superior, oberer Rand.
f. Margo inferior, unterer Rand.
g. Superficies externa, äußere Fläche.
h. Superficies interna, innere Fläche.
i. Sulcus costalis, Rippenrinne.

Figur 4. Rippe, costa, von innen.

A—C und a—h wie bei Fig. 3.

Figur 5. Das linke Schlüsselbein, clavicula sinistra, von vorn und oben.

a. Corpus claviculae, Körper oder Mittelstück des Schlüsselbeins.
b. Pars oder extremitas sternalis, inneres oder Brustbeinende.
c. Pars oder extremitas acromialis, äußeres oder Schulterblattende.
d. Superficies articularis, Gelenkfläche.

Figur 6. Das linke Schlüsselbein, clavicula sinistra, von unten und hinten.

a. Corpus claviculae, Körper des Schlüsselbeins.
b. Pars sternalis, inneres Ende.
c. Pars acromialis, äußeres Ende.
d. Tuberositas für das ligamentum rhomboideum, Höckerchen für das rautenförmige Band.
e. Tuberositas für das ligamentum coraco-claviculare, Höckerchen für das Schulterblatt-Rabenschnabelfortsatzband.

Figur 7. Das linke Schulterblatt, scapula sinistra, von hinten.

a. Fossa supraspinata scapulae, Grube über der Schultergrube des Schulterblattes.
b. Fossa infraspinata scapulae, Grube unter der Schultergrube des Schulterblattes.
c. Spina scapulae, Schultergräte.
d. Acromion, Schulterhöhe.
e. Superficies articularis für die extremitas acromialis claviculae, Gelenkfläche für das äußere Ende des Schlüsselbeins.
f. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
g. Incisura scapulae, Schulterblatteinschnitt.
h. Margo superior scapulae, oberer Rand des Schulterblattes.
i. Angulus superior scapulae, oberer Winkel des Schulterblattes.
k. Basis oder margo posterior scapulae, hinterer Rand des Schulterblattes.
l. Angulus inferior scapulae, unterer Winkel des Schulterblattes.
m. Margo anterior scapulae, vorderer Rand des Schulterblattes.
n. Condylus scapulae, Gelenkfortsatz des Schulterblattes.
o. Collum scapulae mit incisura colli, Hals des Schulterblattes mit dem Halseinschnitt.
p. Cavitas glenoidalis, Gelenkgrube.

Figur 8. Das linke Schulterblatt, scapula sinistra, von vorn.

a. Superficies anterior scapulae, vordere Fläche des Schulterblattes.
b. Condylus scapulae, Gelenkfortsatz des Schulterblattes.
c. Cavitas glenoidalis, Gelenkgrube.
d. Supercilium glenoidale, Rand der Gelenkgrube.
e. Acromion, Schulterhöhe.
f. Superficies glenoidalis für die pars extremitas acromialis claviculae, Gelenkfläche für das äußere Ende des Schlüsselbeins.
g. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
h. Margo superior scapulae, oberer Rand des Schulterblattes.
i. Incisura scapulae, Schulterblatteinschnitt.
k. Angulus superior scapulae, oberer Winkel des Schulterblattes.
l. Basis oder margo posterior scapulae, hinterer Rand des Schulterblattes.
m. Angulus inferior scapulae, unterer Winkel des Schulterblattes.
n. Margo anterior scapulae, vorderer Rand des Schulterblattes.
o. Tuberositas für den musculus triceps, Höcker für den dreiköpfigen Muskel.

Figur 9. Dorsal-(Rücken-)fläche des linken Oberarmknochens, ossis humeri.

a. Caput ossis humeri, Kopf des Oberarmknochens.
b. Tuberculum majus, größerer Höcker.
c. Collum ossis humeri, Hals des Oberarmknochens.
d. Corpus ossis humeri, Körper oder Mittelstück des Oberarmknochens.
e. Margo externus, äußerer Rand.
f. Margo internus, innerer Rand.
g. Condylus internus, innerer Gelenkfortsatz.
h. Condylus externus, äußerer Gelenkfortsatz.
i. Rotula oder eminentia capitata kopfförmige Erhabenheit.
k. Fossa supratrochlearis posterior, hintere Grubengrube.

Figur 10. Volarfläche des linken Oberarmknochens ossis humeri.

a. Caput ossis humeri, Kopf des Oberarmknochens.
b. Collum ossis humeri, Hals des Oberarmknochens.
c. Tuberculum majus, größerer Höcker.
d. Tuberculum minus, kleinerer Höcker.
e. Sulcus intertubercularis oder longitudinalis, Furche zwischen beiden Höckern.
f. Spina tuberculi majoris, Dorn oder Leiste des größern Höckers.
g. Spina tuberculi minoris, Dorn oder Leiste des kleinern Höckers.
h. Corpus, Körper.
i. Margo internus, innerer Rand.
k. Margo externus, äußerer Rand.
l. Condylus internus, innerer Gelenkfortsatz.
m. Condylus externus, äußerer Gelenkfortsatz.
n. Processus cubitalis, Elnbogenfortsatz.
o. Rotula oder eminentia capitata, kopfförmige Erhabenheit.
p. Trochlea, Rolle.
q. Fossa anterior major, vordere größere Grube.
r. Fossa anterior minor, vordere kleinere Grube.

Figur 11. Dorsalfläche des linken Elnbogenbeins, ulnae sinistrae.

a. Olecranon oder processus anconaeus, Elnbogen.
b. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
c. Fossa sigmoidea major, größere sichelförmige Grube.
d. Corpus, Körper.
e. Angulus internus, innerer Winkel.
f. Angulus externus, äußerer Winkel.
g. Capitulum, Köpfchen.
h. Processus styloideus ulnae, griffelförmiger Fortsatz des Elnbogenbeins.

Figur 12. Volarfläche des linken Elnbogenbeins, ulnae sinistrae.

a. Olecranon, Elnbogen.
b. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
c. Fossa sigmoidea major, größere sichelförmige Grube.
d. Fossa sigmoidea minor, kleinere sichelförmige Grube.
e. Corpus, Körper.
f. Capitulum, Köpfchen.
g. Processus styloideus ulnae, griffelförmiger Fortsatz des Elnbogenbeins.

ur 13. Dorsalfläche der linken Speiche, radii sinistri.

Capitulum radii, Köpfchen der Speiche.
Circumferentia articularis, Gelenkumkreis.
Collum radii, Hals der Speiche.
Corpus, Körper.
Crista radii, Leiste der Speiche.
Extremitas inferior, unteres Ende.
Processus styloideus radii, griffelförmiger Fortsatz der Speiche.
. Incisura ulnaris oder semilunaris radii, halbmondförmiger oder Elnbogeneinschnitt.
Cavitas glenoidalis inferior radii, untere Gelenkgrube der Speiche.

ur 14. Die Volarfläche der linken Speiche, radii sinistri.

Capitulum, Köpfchen.
Cavitas glenoidalis für die rotula, Gelenkgrube für die kopfförmige Erhabenheit.
. Circumferentia articularis, Gelenkumkreis.
. Collum radii, Hals der Speiche.
. Tuberositas radii, Speichenhöckerchen.
Corpus, Körper.
. Extremitas inferior, unteres Ende.
. Processus styloideus radii, griffelförmiger Fortsatz der Speiche.
Incisura ulnaris radii, Elnbogeneinschnitt der Speiche.
. Cavitas glenoidalis inferior radii, untere Gelenkgrube der Speiche.
Crista radii, Leiste der Speiche.

ur 15. Oberste Reihe der linken Handrzelknochen, ossium carpi sinistri, von der Vorderarmfläche aus gesehen.

. Os naviculare, Kahnbein.
. Os lunatum, Mondbein.
. Os triquetrum, dreieckiges Bein.
. Os pisiforme, Erbsenbein.
. Os multangulum majus, großes vielecktges Bein.
Hamulus ossis hamati, Haken des Hakenbeins.
. Eminentia carpi radialis prima oder superior, erste oder obere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen.
. Eminentia carpi radialis secunda oder inferior, zweite oder untere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen.
Eminentia carpi ulnaris prima oder superior, erste oder obere ulnare Hervorragung der Handwurzelknochen.
. Eminentia carpi ulnaris secunda oder inferior, zweite oder untere ulnare Hervorragung der Handwurzelknochen.

ur 16. Untere Reihe der linken Handrzelknochen, ossium carpi sinistri, von der Fingerfläche aus gesehen.

. Os multangulum majus, großes vielecktges Bein.
. Os multangulum minus, kleines vielecktges Bein.
. Os capitatum, Kopfbein.
. Os hamatum, Hakenbein.
. Hamulus ossis hamati, Haken des Hakenbeins.
. Os pisiforme, Erbsenbein.

Figur 17. Die Knochen der linken Hand, manus sinistrae, von der Hohlhandfläche aus gesehen.

Carpus, Handwurzel.

Erste Reihe.

a. Os naviculare, Kahnbein.
b. Os lunatum, Mondbein.
c. Os triquetrum, dreieckiges Bein.
d. Os pisiforme, Erbsenbein.

Zweite Reihe.

e. Os multangulum majus, großes vielecktges Bein.
f. Os multangulum minus, kleines vielecktges Bein.
g. Os capitatum, Kopfbein.
h. Os hamatum, Hakenbein.
i. Hamulus ossis hamati, Haken des Hakenbeins.

Metacarpus, Mittelhand.

k. Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
l. Basis ossium metacarporum, Basis oder oberes Ende der Mittelhandknochen.
m. Capitulum ossium metacarporum, Köpfchen der Mittelhandknochen.

Phalanges digitorum, Fingerglieder.

n. Os phalangis primae pollicis, Knochen des ersten Gliedes des Daumens.
o. Os phalangis secundae pollicis, Knochen des zweiten Gliedes des Daumens.
p. Ossa phalangum digitorum, series prima oder superior, erste oder oberste Reihe der Fingergliederknochen.
q. Ossa phalangum digitorum, series secunda oder media, zweite oder mittlere Reihe der Fingergliederknochen.
r. Ossa phalangum digitorum, series tertia oder inferior, dritte oder untere Reihe der Fingergliederknochen.
s. Ossa sesamoidea, Sesambeinchen.

Figur 18. Die Knochen der linken Hand, manus sinistra, im Zusammenhange von der Rückenfläche aus gesehen.

A. Carpus, Handwurzel.
B. Metacarpus, Mittelhand.
C. Digiti manus, Finger der Hand.

Ossa carpi, Handwurzelknochen.

Erste Reihe.

a. Os naviculare, Kahnbein.
b. Os lunatum, Mondbein.
c. Os triquetrum, dreieckiges Bein

Zweite Reihe.

d. Os multangulum majus, großes vielecktges Bein.
e. Os multangulum minus, kleines vielecktges Bein.
f. Os capitatum, Kopfbein.
g. Os hamatum, Hakenbein.

Metacarpus, Mittelhand.

h. Os metacarpi primum oder pollicis, erster Mittelhandknochen.
i. Os metacarpi secundum oder indicis, zweiter Mittelhandknochen.
k. Os metacarpi tertium oder digiti medii, dritter Mittelhandknochen.
l. Os metacarpi quartum oder digiti annularis, vierter Mittelhandknochen.
m. Os metacarpi quintum oder digiti minimi, fünfter Mittelhandknochen.
n. Basis ossium metacarpi, Basis oder oberes Ende der Mittelhandknochen.

o. Capitulum ossium metacarpi, Köpfchen der Mittelhandknochen.
p. Os phalangis primae pollicis, erstes Glied des Daumens.
q. Os phalangis secundae pollicis, zweites Glied des Daumens.
r. Ossa phalangum, series superior, obere Reihe der Fingergliederknochen.
s. Ossa phalangum, series media, mittlere Reihe der Fingergliederknochen.
t. Ossa phalangum, series inferior, untere Reihe der Fingergliederknochen.

Figur 19. Der linke Oberschenkelknochen, os femoris sinistri, von vorn gesehen.

a. Caput ossis femoris, Kopf des Oberschenkelknochens oder Schenkelkopf.
b. Fossa oder fovea pro ligamento terete, Grube für das runde Schenkelband.
c. Collum, Hals.
d. Trochanter major oder externus, großer oder äußerer Rollhügel.
e. Trochanter minor oder internus, kleiner oder innerer Rollhügel.
f. Linea intertrochanterica anterior, vordere Linie zwischen den Rollhügeln.
g. Corpus, Körper.
h. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkkopf des Oberschenkelknochens.
i. Condylus femoris internus, innerer Gelenkkopf des Oberschenkelknochens.
k. Superficies glenoidalis, Gelenkfläche.

Figur 20. Der linke Oberschenkelknochen, os femoris sinistri, von hinten gesehen.

a. Caput, Kopf.
b. Fossa pro ligamento terete, Grube für das runde Oberschenkelband.
c. Collum Hals.
d. Trochanter major, größerer Rollhügel.
e. Trochanter minor, kleinerer Rollhügel.
f. Linea intertrochanterica posterior, hintere Linie zwischen den Rollhügeln.
g—g. Crura superiora der linea aspera, obere Schenkel der rauhen Linie.
h. Linea aspera, rauhe Linie.
i—i. Crura inferiora der linea aspera, untere Schenkel der rauhen Linie.
k. Corpus, Körper.
l. Fossa poplitea, Kniegelenkgrube.
m. Condylus femoris externus, äußerer Gelenkkopf des Oberschenkelknochens.
n. Condylus femoris internus, innerer Gelenkkopf des Oberschenkelknochens.
o. Fossa intercondyloidea, Zwischengelenkkopfgrube.

Figur 21. Die linke Kniescheibe, patella sinistra, von vorn gesehen.

a. Basis, Basis.
b. Corpus, Körper.
c. Apex, Spitze.
d. Margo internus, innerer Rand.
e. Margo externus, äußerer Rand.

Figur 22. Die linke Kniescheibe, patella sinistra, von hinten gesehen.

a. Basis, Basis.
b. Apex, Spitze.
c. Margo internus, innerer Rand.
d. Margo externus, äußerer Rand.
e. Superficies articularis, Gelenkfläche.

Figur 23. Das linke Schienbein, tibia sinistra, von vorn gesehen.

a. Condylus tibiae internus, innerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
b. Condylus tibiae externus, äußerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
c. Cavitas glenoidalis interna, innere Gelenkgrube.
d. Cavitas glenoidalis externa, äußere Gelenkgrube.
e. Eminentia intercondyloidea, Erhabenheit zwischen beiden Gelenkfortsätzen.
f. Superficies glenoidalis lateralis oder peronea, seitliche Gelenkfläche für das Wadenbein.
g. Tuberositas tibiae, Schienbeinhöcker.
h. Corpus tibiae, Schienbeinkörper.
i. Crista tibiae, Schienbeinleiste.
k. Incisura fibularis tibiae, Wadenbeineinschnitt des Schienbeins.
l. Fossa glenoidalis für den astragalus, Gelenkgrube für das Sprungbein.
m. Malleolus internus, innerer Knöchel.
n. Superficies interna tibiae, innere Fläche des Schienbeins.
o. Superficies tibiae externa, äußere Fläche des Schienbeins.

Figur 24. Das linke Schienbein, tibia sinistra, von hinten gesehen.

a. Condylus tibiae internus, innerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
b. Condylus tibiae externus, äußerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
c. Cavitas glenoidalis externa, äußere Gelenkgrube.
d. Cavitas glenoidalis interna, innere Gelenkgrube.
e. Eminentia intercondyloidea, Erhabenheit zwischen beiden Gelenkfortsätzen.
f. Superficies glenoidalis lateralis oder peronea, seitliche Gelenkfläche des Wadenbeins.
g. Linea obliqua tibiae, schräge Linie des Schienbeins.
h. Corpus, Körper.
i. Malleolus internus, innerer Knöchel.
k. Incisura fibularis tibiae, Wadenbeineinschnitt des Schienbeins.
l. Fossa glenoidalis für den astragalus, Gelenkgrube für das Sprungbein.

Figur 25. Das linke Wadenbein, fibula sinistra, von vorn gesehen.

a. Capitulum fibulae, Köpfchen des Wadenbeins.
b. Superficies articularis tibialis, Gelenkfläche für das Schienbein.
c. Corpus, Körper.
d. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
e. Superficies tibialis, Schienbeinoberfläche.
f. Superficies glenoidalis für den astragalus, Gelenkoberfläche für das Sprungbein.

Figur 26. Das linke Wadenbein, fibula sinistra, von hinten gesehen.

a—f. wie bei Figur 25.

27. Die Knochen des linken Fußes, ossa sinistri, von der Fußsohle aus gesehen.

Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
Reihe.
Astragalus oder talus, Sprungbein.
Corpus, Körper.
Collum, Hals.
Caput, Kopf.
Cavitas articularis inferior pro calcaneo, untere Gelenkgrube für das Fersenbein.
Superficies articularis anterior, vordere Gelenkfläche.
Sulcus oder fovea tali, Sprungbeinrinne.
Calcaneus, Fersenbein.
Corpus, Körper.
Tuber calcanei, Fersenbeinhöcker.
Processus anterior calcanei, vorderer Fersenbeinfortsatz.
Superficies articularis anterior, vordere Gelenkfläche.
Sustentaculum tali, Stütze des Sprungbeins.
e Reihe.
Os naviculare oder scaphoideum, Kahnbein.
Tuberositas ossis navicularis, Kahnbeinhöcker.
Os cuneiforme primum, erstes Keilbein.
Os cuneiforme secundum, zweites Keilbein.
Os cuneiforme tertium, drittes Keilbein.
Os cuboideum, Würfelbein.
Sulcus ossis cuboidei, Würfelbeinrinne.
Metatarsus, Mittelfuß.
Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
Basis ossis metatarsi, Basis des Mittelfußknochens.
Capitulum ossis metatarsi, Köpfchen des Mittelfußknochens.
Tuberositas ossis metatarsi quinti, Höcker des fünften Mittelfußknochens.
Ossa sesamoidea, Sesambeinchen.
Phalanges pedis, Zehen.
Os phalangis primae hallucis, Knochen des ersten Gliedes der großen Zehe.
Os phalangis secundae hallucis, Knochen des zweiten Gliedes der großen Zehe.
Ossa phalangum digitorum pedis series prima oder posterior, erste oder hinterste Reihe der Zehenknochen.
Ossa phalangum digitorum pedis series secunda oder media, zweite oder mittlere Reihe der Zehenknochen.
Ossa phalangum digitorum pedis series tertia oder anterior, dritte oder vorderste Reihe der Zehenknochen.

28. Die Knochen des linken Fußes, pedis sinistri, im Zusammenhange von der Rückenfläche aus gesehen.

Tarsus, Fußwurzel.
Reihe.
Astragalus, Sprungbein.
Calcaneus, Fersenbein.
te Reihe.
Os naviculare oder scaphoideum, Kahnbein.
Os cuneiforme primum, erstes Keilbein.
Os cuneiforme secundum, zweites Keilbein.
Os cuneiforme tertium, drittes Keilbein.
Os cuboideum, Würfelbein.
Metatarsus, Mittelfuß.
Os metatarsi hallucis, Mittelfußknochen der großen Zehe.
Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
Phalanges oder digiti pedis, Zehen.
k. Os phalangis primae hallucis, Knochen des ersten Gliedes der großen Zehe.
l. Os phalangis secundae hallucis, Knochen des zweiten Gliedes der großen Zehe.
m. Ossa phalangum digitorum pedis series prima oder posterior, erste oder hinterste Reihe der Zehenknochen.
n. Ossa phalangum digitorum pedis series secunda oder media, zweite oder mittlere Reihe der Zehenknochen.
o. Ossa phalangum digitorum pedis series tertia oder anterior, dritte oder vorderste Reihe der Zehenknochen.

Die Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule, auch das Rückgrat, columna vertebralis oder spina dorsi, wird aus den bereits auf Taf. 2 im einzelnen dargestellten Wirbelknochen, deren es 24 gibt, zusammengesetzt, wozu als Endglieder noch das Kreuzbein, os sacrum (Taf. 2, Fig. 11 und 12, sowie Taf. 4, Fig. 2A) und das Steißbein, os coccygis (Taf. 2, Fig. 13 und 14) kommen. Die 24 Wirbel, vertebrae, werden auch wahre Wirbel, vertebrae verae, genannt, im Gegensatz zu den falschen Wirbeln, vertebrae spuriae, unter welchen man das Kreuzbein und das Steißbein versteht.

Die 24 wahren Wirbel zerfallen wiederum in die sieben Halswirbel, vertebrae colli oder cervicis (Taf. 2, Fig. 5, 6, 7, 8; Taf. 4, Fig. 1a, 1b, 1c), welche den obersten Theil der Wirbelsäule bilden und von denen der erste der Träger, atlas (Taf. 2, Fig. 5, 6; Taf. 4, Fig. 1a), der zweite der Umdreher, epistropheus (Taf. 2, Fig. 7; Taf. 4, Fig. 1b), und der siebente der hervorragende Wirbel, vertebra prominens (Taf. 4, Fig. 1c) genannt wird, in die 12 Brustwirbel, vertebrae thoracis (Taf. 2, Fig. 9; Taf. 4, Fig. 1f bis 1g), und in die fünf Lendenwirbel, vertebrae lumborum oder abdominis (Taf. 2, Fig. 10; Taf. 4, Fig. 1h bis 1i).

Ueber die Gestalt der Wirbel im einzelnen haben wir bereits bei Taf. 2 gesprochen, sodaß wir hier darüber hinweggehen können. Als Ganzes betrachtet ist die Wirbelsäule sanft wellenförmig gebogen, und zwar in ihrem obern, dem Halstheile, nach vorn, in ihrem mittlern, dem Rückentheile, nach hinten, und in ihrem untern, dem Lendentheile, wiederum nach vorn. Der Anfang und das Ende sind am beweglichsten, während in der Mitte die einzelnen Theile fester aneinandergefügt sind. Außer den Stamm für den Rumpf zu bilden, enthält die Wirbelsäule einen langen Kanal, den Wirbelsäulenkanal, canalis spinalis, welchen die Summe der Wirbelöffnungen, foramina spinalia (Taf. 2, Fig. 5l, 6l, 8h, 9h, 10h) bildet. Das Kreuz- und Steißbein ist bereits bei Taf. 2 behandelt worden.

Die Rippen.

Die Rippen, costae (Taf. 4, Fig. 1k, l, m, n und 3, 4) bilden die feste Grundlage der Seitenwand des Brustkastens. Es sind 24 Stück, welche zur Hälfte rechts, zur Hälfte links liegen. Die 12 Rippen jeder Seite zerfallen in sieben wahre Rippen, vertebrae verae oder genuinae (Taf. 4, Fig. 1k—1l) und in fünf falsche Rippen, costae spuriae (Taf. 4, Fig. 1m — 1n).

Die wahren Rippen sind die sieben obersten, welche mit ihrem hintern Theile mit der Wirbelsäule, mit ihrem vordern knorpeligen Ende mit dem Brustbeine zusammenhängen. Die obern sind kleiner, aber stärker gekrümmt als die untern, und während jene

mit ihren Flächen mehr nach oben und unten gewandt sind, sehen diese mit ihren breiten Seiten mehr nach aus- und einwärts. Die Rippenknorpel am vordern Ende nehmen von oben nach unten an Länge immer mehr zu und setzen sich unter einem immer spitzern Winkel an das Brustbein an.

Die falschen Rippen sind die fünf untersten; sie unterscheiden sich von den wahren Rippen dadurch, daß sie mit ihrem Knorpel das Brustbein nicht erreichen und von oben nach unten an Größe abnehmen.

Man unterscheidet an den Rippen drei Theile, ein hinteres Ende, den Körper und ein vorderes Ende.

Das hintere Ende, extremitas posterior (Taf. 4, Fig. 3A, 4A), hat ein Köpfchen, capitulum (Taf. 4, Fig. 3a, 4a), welches frei an den Körper der Brustwirbel anliegt, einen Hals, collum (Taf. 4, Fig. 3b, 4b), und ein Höckerchen, tuberculum costae (Taf. 4, Fig. 3c, 4c), welches sich an den Seitenfortsatz der Brustwirbel anlegt.

Der Körper, corpus (Taf. 4, Fig. 3B, 4B), bildet den mittlern Theil der Rippe. An ihm bemerkt man zunächst den Rippenwinkel, angulus costae (Taf. 4, Fig. 3d, 4d), ferner einen obern Rand, margo superior (Taf. 4, Fig. 3e, 4e), einen untern Rand, margo inferior (Taf. 4, Fig. 3f, 4f), sowie eine äußere Fläche, superficies externa (Taf. 4, Fig. 3g, 4g), und eine innere Fläche, superficies interna (Taf. 4, Fig. 3h, 4h). An der innern Fläche befindet sich noch die Rippenrinne, sulcus costalis (Taf. 4, Fig. 3i), für die Rippengefäße und den Rippennerv.

Das vordere Ende, extremitas anterior (Taf. 4, Fig. 3C, 4C), wird etwas dicker und verbindet sich mit dem Rippenknorpel, cartilago costalis, dem vordern hellern Theil der Rippen in Fig. 1.

Das Brustbein.

Das Brustbein, sternum oder os pectoris (Taf. 4, Fig. 1o, 1p, 1q) bildet den vordern Theil des Brustkastens und liegt zwischen den vordern Enden der wahren Rippen, während sich oben auch noch die Schlüsselbeine ansetzen. Man unterscheidet am Brustbein, das eine länglich-platte Gestalt hat, drei Theile: den Handgriff, den Körper, und den schwertförmigen Fortsatz.

Der Handgriff oder die Handhabe, manubrium sterni (Taf. 4, Fig. 1o), ist der oberste Theil des Brustbeins. Er hat zwei Gelenkgruben für das Schlüsselbein, incisurae claviculares, zwischen welchen sich der halbmondförmige Einschnitt, incisura semilunaris, befindet, außerdem befinden sich an jeder Seite zwei Grübchen, foveae oder sinus articulares, für die erste und zweite Rippe.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus sterni (Taf. 4, Fig. 1p), ist dünner und schmaler als der Handgriff und hat an jeder Seite fünf kleine Gruben, foveae oder sinus articulares, für die dritte bis siebente wahre Rippe.

Der schwertförmige Fortsatz, processus xiphoideus oder ensiformis (Taf. 4, Fig. 1q), bildet das unterste, frei hervorragende spitze Ende des Brustbeins, welches meist nur aus Knorpel besteht.

Das Becken.

Die Beckenknochen oder ungenannten Knochen, ossa pelvis, ossa innominata, oder ossa coxarum (Taf. 4, Fig. 2B), bilden die vordern und seitlichen Theile des Beckens, pelvis, das durch die Einfügung des Kreuzbeins, os sacrum (Taf. 4, Fig. 2A, Fig. 11 und 12), in der hintern Wand zu einem vereinigt wird und einen geschlossenen Ring bildet.

Die Beckenknochen oder ungenannten Knochen, welche paarig sind, bestehen jederseits aus drei Theilen, dem Darm-, Sitz- und Schambeine, welche in der Pfanne, acetabulum (Taf. 4, Fig. 2a), zusammenstoßen, nach vorn in der Schambeinfuge, symphysis ossium pubis (Taf. 4, Fig. 2u), sich berühren und nach hinten mit dem Kreuzbein sich verbinden.

Das Darmbein oder Hüftbein, os ilei (Taf. 4, Fig. 2C), ist das größte oberste Stück der Beckenknochen von schaufelförmiger Gestalt. Man unterscheidet demselben eine innere und eine äußere Fläche, einen obern, vordern, hintern und untern Rand und den Körper.

Die innere Fläche, superficies interna, welche uns in unserer Fig. 2 in C entgegentritt, stellt die concave Seite einer Schale dar, welche Darmbeingrube, fossa iliaca, bezeichnet. Hinten und unten von ihr zieht sich, die Grenze großen und kleinen Beckens bildend, die bogenförmige Linie, linea arcuata interna (Taf. 4, Fig. 2c, 2e), hin. An dem vordern, meist mit Schambeine verwachsenen Ende befindet sich der Schambeinhöcker, tuber ileo-pectineum (Taf. 4, Fig. 2m), während sich nach hinten die obere Fläche befindet, welche überknorpelt ist und mit gleichen Fläche des Kreuzbeins die Darmbeinverbindung, symphysis sacro-iliaca (Taf. 4, Fig. 2f), bildet.

Die äußere Fläche, superficies externa, die Rückseite von unserer Darstellung des Darmbeins. An ihr ist nur die äußere gebogene Linie, linea arcuata externa oder semicircularis, zu bemerken.

Der obere Rand oder Hüftkamm, crista ilei (Taf. 4, Fig. 2g), bildet einen breiten dicken Rand mit zwei Lippen, einer äußern Lippe, labium externum, und einer innern Lippe, labium internum, zwischen welchen sich auf dem Scheitel die Mittellinie, linea intermedia, befindet.

Der vordere Rand zeigt zunächst da, wo er mit dem obern Rande zusammenstößt, den vordern obern Darmbeinstachel, spina ilei anterior superior (Taf. 4, Fig. 2h), während am untern Ende der vordern untere Darmbeinstachel, spina ilei anterior inferior (Taf. 4, Fig. 2i), sich befindet; zwischen beiden zieht sich der vordere halbmondförmige Einschnitt, incisura semilunaris anterior (Taf. 4, Fig. 2k) hin.

Der hintere Rand hat wie der vordere einen hintern obern und hintern untern Darmbeinstachel, spina ilei posterior superior und inferior, aufzuweisen, zwischen welchen der hintere halbmondförmige Einschnitt, incisura semilunaris posterior, sich befindet.

Der untere Rand, welcher den obern Theil des großen Sitzbeineinschnittes, incisura ischiadica major, begrenzt, ist in unserer Darstellung nicht sichtbar.

Der Körper, corpus, des Darmbeins ist der vordere untere Theil des Knochens, welcher zum den hintern obern Theil der Pfanne bildet.

Das Sitzbein, os ischii (Taf. 4, Fig. 2D), ist der unterste der Beckenknochen und begrenzt den Beckenausgang. Man unterscheidet an ihm den Körper, den absteigenden Ast und den aufsteigenden Ast.

Der Körper, corpus, ist der dickere, obere Theil des Knochens, welcher den hintern, untern Theil der Pfanne bildet und nach hinten den großen Sitz-

ɔnitt, incisura ischiadica major, welcher am einstachel, spina ischii (Taf. 4, Fig. 2C), be- und von da nach aufwärts geht, begrenzt. absteigende Ast des Sitzbeins, ramus ndens ossis ischii (Taf. 4, Fig. 2x), begrenzt hinten den kleinen Sitzbeineinschnitt, in- ischiadica minor, welcher sich vom Sitzbein- el, spina ischii (Taf. 4, Fig. 2l), nach abwärts kt, und geht nach unten in den Sitzknorren, ischii (Taf. 4, Fig. 2w), über. r aufsteigende Ast, ramus ascendens (Taf. 4, 2v), beginnt vom Sitzknorren, geht nach auf- und verschmilzt mit dem absteigenden Aste des mbeins.

is Schambein oder Schosbein, os pubis 4, Fig. 2E), begrenzt den Eingang in das kleine n nach vorn. Man unterscheidet an ihm den per, den horizontalen Ast und den ab- ende Ast.

er Körper, corpus, bildet den vordern Theil Pfanne. Da wo er mit dem Körper des Darm- s zusammenstößt, befindet sich der Darm-Scham- höcker, tuber ileo-pectineum (Taf. 4, Fig. 2m). er horizontale Ast, ramus horizontalis (Taf. 4, 2r), geht nach vorn und innen und hat an m innern Ende den Schambeinstachel, spina s (Taf. 4, Fig. 2s), von welchem nach dem nschambeinhöcker sich der Schambeinkamm, crista s oder pecten, hinzieht.

er absteigende Ast, ramus descendens (Taf. 4, 2t), hat an seinem nach innen gekehrten Rande überknorpelte Fuge zur Bildung der Schambein- e, symphysis ossium pubis (Taf. 4, Fig. 2u). rhalb der Schambeinfuge weichen die absteigenden, gegenseitig berührenden Schambeinäste auseinander bilden den Schambogen, arcus pubis.

ie Pfanne, acetabulum (Taf. 4, Fig. 2n), wird, schon erwähnt, von dem Körper des Darm-, Sitz- Schambeins gebildet. Sie liegt an der äußern ichen Wand des Beckens und dient zur Aufnahme Schenkelkopfs. Ihr oberer Rand, supercilium abuli (Taf. 4, Fig. 2o), ist mit Knorpel überzogen, rend nach unten ein Einschnitt, der Pfannen- schnitt, incisura acetabuli (Taf. 4, Fig. 2p), sich det.

das Hüftloch, foramen obturatorium oder foramen e (Taf. 4, Fig. 2q), liegt an der vordern Seite kleinen Beckens, eingeschlossen von den Aesten des - und Schambeins. Es ist zum größten Theil, bis ein Loch am obern äußern Umfang, von einer at, der Verschließungshaut, membrana ob- ioria, überzogen.

Die Brusthöhle.

Die Brusthöhle, cavitas thoracis, wird von dem ustkorb oder Brustkasten, thorax, umschlossen. selbe bildet den obersten Theil des Rumpfes, ncus, und reicht, unterhalb des Halses beginnend, zur zwölften Rippe. Er hat die Form eines ab- umpften Kegels mit der Spitze nach oben, unten iter werdend, und zeigt im Horizontalschnitt eine förmige Gestalt. Begrenzt wird der Brustkorb ch hinten durch die Brustwirbelsäule, seitlich durch Rippen, und nach vorn durch das Brustbein. Oben d unten ist er offen zum Ein- und Austritt ver- iedener Organe, während der hier bleibende Raum rch Weichtheile geschlossen wird. Der Brustkorb nt dazu, um vorzugsweise Herz und Lunge aufzu- hmen und diesen zarten Organen Schutz zu gewähren.

Die Bauchhöhle.

Die Bauchhöhle, cavum abdominis, nimmt den mittlern Theil des Rumpfes ein und erstreckt sich von den Rippen bis zum Becken. Nur nach hinten wird die Bauchhöhle durch die knöcherne Lendenwirbelsäule begrenzt, während alle übrigen Wände durch Muskeln gebildet werden. Von der Brusthöhle ist die Bauchhöhle durch das Zwerchfell getrennt. Die Bauchhöhle dient dazu, um namentlich den Verdauungsapparat, den Magen und Darm, sowie Leber, Milz und Nieren aufzunehmen.

Die Beckenhöhle.

Die Beckenhöhle, cavitas pelvis, bildet den untersten Theil des Rumpfes und wird nach hinten begrenzt von dem Kreuz- und Steißbein, an den Seiten und nach vorn von den ungenannten Knochen. Der ganze von diesen Knochen umschlossene Raum zerfällt in zwei Theile, das große und das kleine Becken, welche durch die innere bogenförmige Linie, linea arcuata interna (Taf. 4, Fig. 2c und 2e), voneinander getrennt werden.

Das Becken dient vorzugsweise zur Aufnahme der innern Geschlechts- und Harnwerkzeuge, sowie eines Theils der Därme.

Ein großer Unterschied besteht zwischen dem männlichen und weiblichen Becken, welchen Taf. 1, Fig. 4, 5, 6, 7, veranschaulicht.

Das große Becken, pelvis major, ist trichterförmig, nach vorn offen, während es seitlich von den Schaufeln des Darmbeins, ossis ilei (Taf. 4, Fig. 2C), nach hinten von dem Kreuzbein, os sacrum (Taf. 4, Fig. 2A), begrenzt wird.

Das kleine Becken, pelvis minor, wird oben durch einen vollständigen Ring, der eine herzförmige Gestalt hat und durch die innere bogenförmige Linie, linea arcuata interna (Taf. 4, Fig. 2c und 2e), gebildet wird, umschlossen. Man unterscheidet an dem kleinen Becken die für den Geburtsact wichtigen Theile, die obere Oeffnung oder den Beckeneingang, die Beckenhöhle und die untere Oeffnung oder den Beckenausgang.

Die obere Oeffnung oder der Beckeneingang, apertura pelvis superior (Taf. 1, Fig. 5, 7), ist von länglich-runder und herzförmiger Gestalt, welche am besten durch die verschiedenen Durchmesser charakterisirt wird. So messen der gerade Durchmesser, conjugata vera, welcher vom Vorgebirge, promontorium (Taf. 1, Fig. 4_7, Fig. 5_6, Fig. 6_7, Fig. 7_6 und Taf. 4, Fig. 2b), zum obern Rande der Schambeinfuge (Taf. 1, Fig. 5; Taf. 5, Fig. 7s und Taf. 4, Fig. 2s) geht, 4″ bis 4″ 3‴; der Querdurchmesser, diameter transversus, welcher von der Mitte der innern bogenförmigen Linie der einen Seite zu der der andern Seite geht (Taf. 4, Fig. 2c — 2e) 4″ 9‴ bis 5″. Die beiden schiefen Durchmesser, diametri obliqui oder Deventeri, welche von der Kreuz-Darmbeinfuge, symphysis sacro-iliaca (Taf. 4, Fig. 2f) der einen Seite zum Darm-Schambeinhöcker, tuber ileo-pectineum (Taf. 4, Fig. 2m) der andern Seite gehen, 4″ 6‴ bis 4″ 8‴, während die innere bogenförmige Linie, linea arcuata interna (Taf. 4, Fig. 2c—2e), einen Umfang von 15″ bis 16″ 6‴ hat.

Die Beckenhöhle, cavum pelvis, zeigt etwas andere Durchmesser, hier ist der gerade Durchmesser, welcher von der Mitte der Vereinigungsstelle des zweiten und dritten Kreuzbeinstücks zur Mitte der Schambeinfuge geht, 4″ bis 4″ 6‴. Der

Querdurchmesser, welcher von der Mitte der innern Pfannenwand der einen Seite zu der der andern Seite sich erstreckt, 4″ bis 4″ 3‴, während der größte Umfang 13″ 6‴ bis 15″ 6‴ mißt.

Die untere Oeffnung, der Beckenausgang, apertura pelvis inferior, ist am engsten und wird gebildet von der Spitze des Steißbeins, os coccygis (Taf. 1, Fig. 5_7—7_7), von den Bandmassen, welche den Beckenausgang umgeben, den absteigenden Aesten der Sitzbeine und dem Schambogen, arcus pubis (Taf. 1, Fig. 4_8, 5_8, 6_8, 7_8 und Taf. 4, Fig. 2u). Der gerade Durchmesser, welcher durch die Beweglichkeit des Steißbeins etwas veränderlich ist, geht von der Spitze dieses zum untern Rande der Schambeinfuge und mißt 2″ 9‴ bis 3″ 4‴, während der quere Durchmesser, welcher vom innern Rande des einen Sitzknorren, tuber ischii (Taf. 4, Fig. 2w), zu dem des andern geht, eine Größe von 3″ bis 4″ hat. Um auch für den geraden Durchmesser eine constante Größe zu haben, zieht man einen zweiten solchen, welcher von der Vereinigungsstelle des Kreuzbeins mit dem Steißbeine zum untern Rande der Schambeinfuge geht und 3″ 6‴ bis 4″ 3‴ mißt.

Die Knochen der Gliedmaßen.

Die Knochen der Gliedmaßen, ossa extremitatum (Taf. 4; 5 bis 28) zerfallen in zwei Theile: in die Knochen der obern Extremität und in die der untern Extremität.

A. Knochen der obern Extremität.

Die Knochen der obern Extremität oder der Arme, brachia (Taf. 4; 5 bis 18) hängen zu beiden Seiten des Brustkorbes, an welchem sie beweglich befestigt sind, herab und zerfallen in die Knochen der Schulter, den Oberarmknochen, die Vorderarmknochen und die Knochen der Hand.

1. Knochen der Schulter.

Die Knochen der Schulter, ossa humeri (Taf. 4; 5 bis 8), bilden den obersten Theil des Arms und bestehen aus den beiden Knochen, dem Schlüsselbeine und dem Schulterblatte.

a. Das Schlüsselbein.

Das Schlüsselbein, clavicula (Taf. 4; 1r, 5, 6), ist ein paariger Knochen, welcher vom obern Ende des Brustbeins in ziemlich horizontaler Richtung schräg von vorn, innen und unten nach hinten, außen und oben über die erste Rippe weg zum Schulterblatt geht und die Grenze zwischen Hals und Thorax bildet (Taf. 4; 1r). Es hat eine längliche S-förmig gewundene Gestalt, an der man zwei Enden, das Brustbein- und Schulterblattende, sowie den Körper unterscheidet.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus clavicule (Taf. 4; 5a, 6a), ist schwach gekrümmt, und zwar so, daß der innere Theil nach vorn, der äußere dagegen nach hinten convex ist.

Das Brustbeinende, auch inneres oder vorderes Ende, extremitas sternalis (Taf. 4; 5b, 6b), ist dick und mit einer überknorpelten Gelenkfläche versehen, mit welcher es am Handgriff des Brustbeins articulirt. An seiner untern Fläche hat es einen Höcker für das rautenförmige Band, tuberositas für das ligamentum rhomboideum (Taf. 4; 6d).

Das Schulterblattende, auch äußeres oder vorderes Ende (Taf. 4; 5c, 6c), ist plattgedrückt und zeigt eine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Schulterblatte, superficies articularis (Taf. 4, 5c), einen Höcker zum Ansatz des Rabenschnabels des Schlüsselbeinbandes, tuberositas für das ligamentum coraco-claviculare (Taf. 4; 6e).

b. Das Schulterblatt.

Das Schulterblatt, scapula, omoplata (Taf. 1s, 7, 8), liegt am hintern obern Theile des Brustkorbes, neben der Wirbelsäule, und bedeckt an dieser Stelle die zweite bis siebente Rippe (Taf. 4). Die Gestalt ist flach, dreieckig, nach außen stark gewölbt. Man unterscheidet an dem Schulterblatte innere und äußere Fläche, drei Ränder und einen hintern, vordern und obern Rand, drei Winkel, als einen obern, untern und vordern Winkel. Nur durch das Schlüsselbein steht das Schulterblatt mit dem Körper in knöcherner Verbindung.

Die innere oder vordere Fläche, facies scapularis oder superficies anterior (Taf. 4), ist schwach concav und sieht gegen die Rippe.

Die äußere oder hintere Fläche, superficies posterior (Taf. 4; 7a und 7b), ist durch die Schultergräte, spina scapulae (Taf. 4; 7c), in zwei getheilt, in einen obern kleinern, die Grube der Gräte, fossa supraspinata (Taf. 4; 7a), in einen untern größern, die Grube unter der Gräte, fossa infraspinata (Taf. 4; 7b). Die Schultergräte, welche einen dicken, nach hinten sehenden Rand hat, welcher eine obere und untere Lippe, superius und inferius zeigt, läuft nach vorn und außen in die Schulterhöhle, acromion (Taf. 4; 7d, 8e), aus, an welcher sich für das Schlüsselbeinende des Schlüsselbeins eine kleine Gelenkfläche, facies articularis pro clavicula (Taf. 4; 7e) befindet.

Der hintere Rand, basis scapulae oder superior (Taf. 4; 7k, 8l), ist der Wirbelsäule zugekehrt und hat die größte Länge.

Der vordere, auch untere oder äußere Rand, margo anterior (Taf. 4; 7m, 8n), ist etwas länger als der hintere, dafür aber dicker.

Der obere Rand, margo superior (Taf. 4; 8h), ist der kleinste und ziemlich scharf. An dem vordern Ende hat er einen kleinen Einschnitt, Schulterblatteinschnitt, incisura scapulae (Taf. 4; 7g, 8i), neben welchem der Rabenschnabelfortsatz, processus coracoideus (Taf. 4; 7f, 8g), entspringt.

Der obere oder hintere Winkel, angulus superior (Taf. 4; 7i, 8k), ist spitz und scharf.

Der untere Winkel, angulus inferior (Taf. 4; 7l, 8m), ist dagegen stumpf und abgerundet.

Der vordere und äußere Winkel verbindet sich zu einem ovalen Kopf, dem Gelenkkopf des Schulterblattes, condylus scapulae (Taf. 4; 7n, 8h), der durch den Hals, collum scapulae (Taf. 4), mit dem Körper verbunden ist, mit dem Halseinschnitt, incisura colli scapulae, versehen ist, mit dem Körper zusammenhängt. An seinem äußersten Ende befindet sich eine Gelenkgrube, cavitas glenoidalis (Taf. 4; 7n), zur Aufnahme des Oberarmkopfes, und unter derselben Höcker für den dreiköpfigen Muskel, tuberositas für den musculus triceps (Taf. 4; 8o).

2. Oberarmknochen.

Der Oberarmknochen, os humeri oder humerus (Taf. 4; 9 und 10), hängt zu beiden Seiten des Brustkorbes vom Schulterblatt herab. Er ist ein langer röhrenförmiger Knochen mit einem obern und untern Ende, zwischen welchen sich der Körper befindet.

s obere Ende, oder der Oberarmkopf, caput ri (Taf. 4; 9a, 10a), legt sich an die Gelenkfläche Schulterblatts an und ist durch den Hals des arms, collum humeri (Taf. 4; 9c, 10b), mit Körper des Oberarmknochens verbunden. An dem rmkopf ist noch sichtbar der größere Höcker, culum majus (Taf. 4; 9b, 10c), und der klei- Höcker, tuberculum minus (Taf. 4; 10d). Von Höckern geht eine Leiste aus, die Leiste des ern Höckers, spina tuberculi majoris (Taf. 4; und die Leiste des kleinern Höckers, spina culi minoris (Taf. 4; 10f), zwischen welchen und den beiden Höckern sich eine Rinne befin- die Zwischenhöckerrinne, sulcus intertuber- s oder longitudinalis (Taf. 4; 10e).

r Körper oder das Mittelstück, corpus ri (Taf. 4; 9d, 10h), hat die Form eines itigen Prismas, mit einer innern oder vor-, einer hintern und einer äußern Seite, mit drei Winkeln, einem vordern, innern 4; 9g, 10i) und einem äußern (Taf. 4; 10k).

s untere Ende bildet das Gelenk für den Unter- an ihm ist zu bemerken der äußere Gelenk- satz, condylus externus oder extensorius (Taf. 4; 10m), und der innere Gelenkfortsatz, con- internus oder flexorius (Taf. 4; 9g, 10l). Zwischen u Gelenkfortsätzen befindet sich der Elnbogen- satz, processus cubitalis, zur Bildung des Eln- gelenks, welches aus zwei überknorpelten Gelenk- n, der sattelförmigen Rolle, trochlea (Taf. 4; 10p), der kopfförmigen Erhabenheit, eminentia ata oder rotula (Taf. 4; 9i, 10o), besteht. Vorn det sich über der Rolle die vordere größere be, fossa anterior major, oder fossa supra- hlearis anterior (Taf. 4; 10q), und über der kopf- igen Erhabenheit die vordere kleinere Grube, anterior minor (Taf. 4; 10r), während sich n über der Rolle die hintere Grube, fossa erior oder fossa supratrochlearis posterior (Taf. 4; befindet.

3. Die Vorderarmknochen.

ie Vorderarmknochen, ossa antibrachii (Taf. 4; -14), werden aus zwei Theilen gebildet: dem Eln- enbeine und der Speiche.

a. Das Elnbogenbein.

as Elnbogenbein, ulna oder focile majus (Taf. 4; 12), legt sich an die Rolle des Oberarmknochens und bildet den innern oder Kleinfingerrand Vorderarms. Es ist oben dick, lang und ver- t sich nach der Hand zu. Man unterscheidet an das obere Ende, den Körper und das untere de.

as obere Ende hat eine eigenthümliche haken- ige Gestalt; man bemerkt an demselben die größere elförmige oder halbmondförmige Grube, a sigmoidea major (Taf. 4; 11c, 12c), welche an die Rolle anlegt, und die kleinere halb- ndförmige Grube, fossa sigmoidea minor f. 4; 12d), den Elnbogenfortsatz, olecranon processus anconaeus (Taf. 4; 11a, 12a), und Kronenfortsatz, processus coronoideus (Taf. 4; , 12b).

er Körper oder das Mittelstück, corpus ulnae f. 4; 11d, 12e), ist prismatisch und hat eine ntere oder Rückenfläche, eine innere und eine dere oder Volarfläche, sowie drei Winkel, und zwar einen äußern, den Elnbogenbeinkamm, angulus externus oder crista ulnae (Taf. 4; 11f), einen innern, angulus internus (Taf. 4; 11e), und einen hintern, angulus posterior.

Das untere Ende hat ein rundliches Köpfchen, capitulum ulnae (Taf. 4; 11g, 12f), sowie den griffelförmigen Fortsatz, processus styloideus ulnae (Taf. 4; 11h, 12g).

b. Die Speiche.

Die Speiche, radius oder focile minus (Taf. 4; 13 und 14), liegt am äußern oder Daumenrande des Unterarms. Sie ist cylindrisch, oben dünn mit einem knopfförmigen Ende, und wird nach der Hand zu immer dicker. Auch an ihr unterscheidet man drei Theile, ein oberes Ende, den Körper und ein unteres Ende.

Das obere Ende oder das Köpfchen der Speiche, capitulum radii (Taf. 4; 13a, 14a), legt sich an die kopfförmige Erhabenheit des Oberarmknochens durch die obere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis pro rotula (Taf. 4; 14b). Mit seinem großen Umfange, dem Gelenkumkreis, circumferentia articularis (Taf. 4; 13b, 14c), legt es sich an die kleinere halbmondförmige Grube des Elnbogenbeins, durch den Hals, collum radii (Taf. 4; 13c, 14d), unter welchem sich der Speichenhöcker, tuberositas radii (Taf. 4; 14e), befindet, verbindet sich das Köpfchen mit dem Körper.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus radii (Taf. 4; 13d, 14f), ist dreiseitig und hat eine vordere oder Volarfläche, eine äußere und eine hintere oder Rückenfläche, sowie drei Winkel, einen innern, sehr scharfen, die Speichenleiste, crista radii (Taf. 4; 13e, 14l), einen äußern und einen vordern.

Das untere Ende, extremitas inferior (Taf. 4; 13f, 14g), ist dick und breit. An demselben ist zu bemerken der griffelförmige Fortsatz, processus styloideus radii (Taf. 4; 13g, 14h), der Elnbogenbein- oder halbmondförmige Einschnitt, incisura ulnaris oder semilunaris (Taf. 4; 13h, 14k), für das Köpfchen des Elnbogenbeins, und die untere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis inferior (Taf. 4; 13i, 14k), mit welcher die Speiche mit dem Schiff- und Mondbein der ersten Reihe der Handwurzelknochen in Verbindung tritt.

4. Knochen der Hand.

Die Knochen der Hand, ossa manus (Taf. 4; 17, 18), zerfallen in drei Theile, in die Handwurzelknochen, die Mittelhandknochen und die Fingerknochen.

a. Handwurzelknochen.

Handwurzelknochen, ossa carpi (Taf. 4; 15, 16, 17a—i, 18A), werden acht Stück gezählt, welche in zwei Reihen, in eine obere Reihe (Taf. 4; 15) und eine untere Reihe (Taf. 4; 16) sich gruppiren, von denen jede vier Stück zählt. Die Handwurzelknochen sind der oberste Theil der Hand, welcher an den Oberarm anstößt, und bilden ein Gewölbe, das nach der Hohlhand concav, nach dem Handrücken convex ist. An beiden Seiten dieses Gewölbes oder Halbringes befinden sich nach der Hohlhandseite zu zwei Hervorragungen, eminentiae carpi, und zwar an der Daumen- oder Radialseite die erste oder obere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi radialis prima oder superior (Taf. 4; 15g), und

die zweite oder untere radiale Hervorragung, eminentia carpi radialis secunda oder inferior (Taf. 4; 15h), sowie an der Kleinfinger- oder Ulnarseite die erste oder obere ulnare Hervorragung, eminentia carpi ulnaris prima oder superior (Taf. 4; 15i), und die zweite oder untere ulnare Hervorragung, eminentia carpi ulnaris secunda oder inferior (Taf. 4; 15k). An jedem Handwurzelknochen unterscheidet man sechs Seiten: eine Hohlhandseite, superficies volaris, eine Handrückenseite, superficies dorsalis, eine Speichenseite, superficies radialis, eine Elnbogenbeinseite, superficies ulnaris, eine Armseite, superficies brachialis, und eine Fingerseite, superficies digitalis.

α. Handwurzelknochen der obern oder ersten Reihe.

Die Handwurzelknochen der obern oder ersten Reihe (Taf. 4; 15) sind durch ein Gelenk mit dem Unterarm verbunden, und werden gebildet von dem Kahnbein, dem Mondbein, dem dreieckigen Knochen und dem Erbsenbein.

1) Das Kahnbein, os naviculare (Taf. 4; 15a, 17a, 18a), ist der erste am Speichenrande befindliche Knochen der ersten Reihe der Handwurzelknochen, er stößt nach innen, der Kleinfingerseite, an das Mondbein, nach oben an die Speiche und nach unten an das große und kleine vieleckige Bein und an das Kopfbein, und bildet nach außen die obere radiale Hervorragung, eminentia carpi radialis prima oder superior (Taf. 4; 15g).

2) Das Mondbein, os lunatum (Taf. 4; 15b, 17b, 18b), stößt nach außen, der Daumenseite, an das Kahnbein, nach innen an den dreieckigen Knochen, nach oben an die Speiche und nach unten an das Kopfbein.

3) Der dreieckige Knochen, os triquetrum (Taf. 4; 15c, 17c, 18c), liegt am Kleinfingerrande des Carpus, stößt nach außen an das Mondbein, nach oben an das Elnbogenbein, und nach unten an das Hakenbein. An der Hohlhandfläche hat es eine kleine Gelenkfläche für das Erbsenbein.

4) Das Erbsenbein, os pisiforme (Taf. 4; 15d, 16f, 17d), liegt am Kleinfingerrande der ersten Handwurzelreihe, an der Hohlhandseite des dreieckigen Knochens, und bildet die erste oder obere ulnare Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi ulnaris prima oder superior (Taf. 4; 15i).

β. Handwurzelknochen der untern oder zweiten Reihe.

Die Handwurzelknochen der untern oder zweiten Reihe grenzen nach oben an die Handwurzelknochen der ersten Reihe, während sie sich nach unten mit den Mittelhandknochen verbinden; sie sind das große und kleine vielwinkelige Bein, das Kopfbein und das Hakenbein.

5) Das große vielwinkelige Bein, os multangulum majus (Taf. 4; 15e, 16a, 17e, 18d), bildet den äußern Speichen- oder Daumenrand der zweiten Handwurzelreihe, stößt nach innen an das kleine vieleckige Bein, nach oben an das Kahnbein und nach unten an den ersten Mittelhandknochen. Der freie Rand bildet die zweite oder untere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi radialis secunda oder inferior (Taf. 4; 15h).

6) Das kleine vielwinkelige Bein, os multangulum minus (Taf. 4; 16b, 17f, 18e), stößt nach außen an das große vielwinkelige Bein, nach innen an das Kopfbein, nach oben an das Kahnbein, nach unten an den zweiten Mittelhandknochen.

7) Das Kopfbein, os capitatum (Taf. 4; 17g, 18f), grenzt nach außen an das kleine vielwinkelige Bein, nach innen an das Hakenbein, oben an das Kahn- und Mondbein, und nach unten an den dritten Mittelhandknochen.

8) Das Hakenbein, os hamatum (Taf. 4; 17h, 18g), bildet den innern Elnbogen- oder Fingerrand der zweiten Reihe der Handwurzelknochen und endet frei mit dem nach der Hohlhand gekrümmten Haken, hamulus oder processus uncinatus (Taf. 4; 15f), welcher zugleich die zweite oder untere Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi ulnaris secunda oder inferior (Taf. 4; 15k) bildet. Nach außen grenzt das Hakenbein an das Kopfbein, nach oben an den dreieckigen Knochen, nach unten an den vierten und fünften Mittelhandknochen.

b. Mittelhandknochen.

Die Mittelhandknochen, ossa metacarpi (Taf. 4; 17k, 18B), sind fünf nebeneinanderliegende lange Knochen, an welchen man ein oberes Ende, einen Körper und ein unteres Ende unterscheidet. Das obere Ende stößt an die Handwurzelknochen der ersten Reihe, während das untere Ende sich mit den Fingergliede verbindet. Gezählt werden die Mittelhandknochen von der Speichen- oder Daumenseite und ist der Mittelhandknochen des Daumens, os metacarpi pollicis, auch der erste Mittelhandknochen, os metacarpi primum (Taf. 4, 18b), während der Mittelhandknochen des kleinen Fingers, os metacarpi digiti minimi, auch der fünfte Mittelhandknochen, os metacarpi quintum (Taf. 4; 18e) ist. Zwischen diesen beiden liegt der Reihe nach der zweite, dritte und vierte Mittelhandknochen, os metacarpi secundum, tertium und quartum, digiti indicis, digiti medii und digiti annularis (Taf. 4; 18k, 18l).

Das obere Ende, basis metacarpi (Taf. 4; 18a) ist etwas dicker als der Körper und mit einer Gelenkfläche für den entsprechenden Handwurzelknochen versehen.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus metacarpi, ist dreikantig, mit einer etwas gewölbten Fläche und einer Radial- und Ulnarfläche, sowie drei Kanten, von denen der untere der schärfste ist.

Das untere Ende oder das Köpfchen, capitulum (Taf. 4; 18o), bildet die Gelenkverbindung mit den fünf Fingern.

c. Fingerknochen.

Die Fingerknochen, ossa digitorum oder phalangum (Taf. 4; 17n—r, 18c), bilden die äußern Spitze der obern Extremität. Jeder Finger hat drei Glieder, phalanges (Taf. 4; 17p, q, r—18o, p, q), nur der Daumen hat blos zwei (Taf. 4, 17n, 18p, q). Die Glieder werden von länglichen Knochen gebildet, von denen die erste Reihe die größte, die dritte die kleinsten hat. Sie sind platt und haben ein oberes und unteres Ende, eine Hand- und Rückenfläche, sowie einen Radial- und Ulnarrand. Am obern Ende befindet sich eine Gelenkgrube für das Köpfchen des entsprechenden Handknochens, oder des höher gelegenen Fingerknochens, während das untere Ende rollen- oder [illegible]förmig gestaltet ist.

Knochen der dritten oder untern Reihe
ingerglieder, ossa phalangum digitorum
tertia (Taf. 4; 17r, 18t), und der Knochen des
n Gliedes des Daumens, os phalangis
ie pollicis (Taf. 4; 17o, 18q), auch Nagel-
phalanx ungueularis, genannt, endigt frei in
auhen Wulst.
den fünf Fingern unterscheidet man:
den Daumen oder ersten Finger, pollex
oder digitus primus,
) den Zeigefinger oder zweiten Finger,
index oder digitus secundus,
) den Mittelfinger oder dritten Finger,
digitus medius oder tertius,
) den Ringfinger oder vierten Finger,
digitus annularis oder quartus,
) den Kleinen- auch Ohrfinger, oder fünften
Finger, digitus minimus, auch auricularis
oder quintus.

Die Sesambeine.

Sesambeine, ossa oder ossicula sesamoidea
4; 17s), sind zwei kleine Knöchelchen, welche
neres Sesambein, os sesamoideum internum,
äußeres Sesambein, os sesamoideum ex-
, zwischen dem Köpfchen des ersten Mittelhand-
s und dem obern Ende der ersten Phalanx des
ens liegen.

B. Knochen der untern Extremität.

Knochen der untern Extremität oder der
e, pedes (Taf. 4; 19 bis 28), bilden den untern
des menschlichen Körpers und gehen von jeder
des Beckens, wo sie in den Pfannen liegen, nach
ts. Sie zerfallen in den Oberschenkelknochen,
nochen des Unterschenkels und die Knochen
Fußes.

1. Der Oberschenkelknochen.

r Oberschenkelknochen, os femoris (Taf. 4;
), ist der oberste Knochen des Beins, der in
fanne des Beckens befestigt ist. Er ist lang,
risch und der größte und stärkste Knochen des
rs. Man unterscheidet an ihm ein oberes
, den Körper und ein unteres Ende.
s obere Ende, der Kopf des Oberschenkel-
ens oder Schenkelkopf, caput ossis femoris
4; 19a, 20a), setzt sich unter einem stumpfen
l an den Körper des Oberschenkelknochens an
ildet an seinem freien Theile eine Gelenkfläche,
u zwei Drittheilen einer entsprechenden Kugel-
gleichkommt. Auf dieser Gelenkfläche befindet sich
ürube für das runde Schenkelbeinband,
oder fossa pro ligamento terete (Taf. 4; 19b, 20b).
Kopf ist durch den Schenkelhals, collum fe-
. (Taf. 4; 19c, 20c), mit dem Körper des Ober-
elknochens verbunden. An demselben ist zu be-
n der größere oder äußere Rollhügel,
anter major oder externus (Taf. 4; 19d, 20d),
dessen freier Spitze sich nach hinten die Roll-
elgrube, fossa trochanterica, befindet, ferner
lleinere oder innere Rollhügel, trochanter
r oder internus (Taf. 4; 19e, 20e), sowie zwischen
n Rollhügeln die vordere Zwischenrollhügel-
e, linea intertrochanterica anterior (Taf. 4; 19f),
die hintere Zwischenrollhügellinie, linea
trochanterica posterior (Taf. 4; 20f).
er Körper oder das Mittelstück, corpus femoris
(Taf. 4; 19g), ist in seinem Durchschnitt ziemlich rund, von oben nach unten schwach gewölbt, sodaß er vorn schwach convex, hinten schwach concav ist. Die beiden Körper steigen nicht senkrecht nach abwärts, sondern convergiren nach ihrem untern Ende zu. An der hintern Fläche befindet sich die rauhe Linie, linea aspera (Taf. 4; 20h), welche oben mit zwei Schenkeln, einem äußern und einem innern, von den beiden Rollhügeln entspringt, den obern Schenkeln der rauhen Linie, crura superiora der linea aspera (Taf. 4; 20g-g). Nach unten theilt sich die rauhe Linie wiederum und bildet die untern Schenkel, crura inferiora (Taf. 4; 20i-i), zwischen welchen sich die Kniekehlenfläche, planum popliteum, die nach unten in die Kniegelenkgrube übergeht, befindet.

Das untere Ende des Oberschenkels schwillt stark an, trägt zur Bildung des Knies bei und hat nach außen den äußern Gelenkknopf, condylus femoris externus (Taf. 4; 19h, 20m), nach innen den innern Gelenkknopf, condylus femoris internus (Taf. 4; 19i, 20n), zwischen welchen sich nach hinten und etwas nach oben die Kniegelenkgrube, fossa poplitea (Taf. 4; 20l), befindet, sowie nach unten und gleichfalls nach hinten zwischen den überknorpelten Gelenkflächen, superficies glenoidalis (Taf. 4; 19k), die Zwischengelenkkopfgrube, fossa intercondyloidea (Taf. 4; 20o).

2. Knochen des Unterschenkels.

Die Knochen des Unterschenkels, ossa cruris (Taf. 4; 21 bis 26), bestehen aus drei verschiedenen Theilen, dem Schienbein, dem Wadenbein und der Kniescheibe.

a. Das Schienbein.

Das Schienbein, tibia (Taf. 4; 23, 24) bildet den innern, am Großzehenrande gelegenen Theil des Unterschenkels, weshalb derselbe auch Schienbein- oder Tibialrand genannt wird. Das Schienbein tritt nach oben mit dem Oberschenkelknochen in Verbindung, es ist lang und hat eine dreiseitig prismatische Gestalt. Es zerfällt in ein oberes Ende, den Körper, und ein unteres Ende.

Das obere Ende, welches mit dem Oberschenkelknochen das Kniegelenk bildet, hat einen innern Gelenkfortsatz, condylus tibiae internus (Taf. 4; 23a, 24a), und einen äußern Gelenkfortsatz, condylus tibiae externus (Taf. 4; 23b, 24b). Auf jedem dieser Gelenkfortsätze befindet sich eine Gelenkgrube für die Gelenkfortsätze des Oberschenkelknochens, und zwar eine innere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis interna (Taf. 4; 23c, 24d), und eine äußere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis externa (Taf. 4; 23d, 24c). Zwischen beiden Gelenkflächen befindet sich die Zwischengelenkfortsatzerhabenheit, eminentia intercondyloidea (Taf. 4; 23e, 24e), während am äußern Gelenkfortsatz eine kleine Gelenkfläche, die seitliche Gelenkfläche für das Wadenbein, superficies glenoidalis lateralis oder peronea (Taf. 4; 23f, 24f), vorhanden ist. Vorn, unmittelbar unter den Gelenkfortsätzen, wo diese mit dem Körper in Verbindung treten, befindet sich der Schienbeinhöcker oder Schienbeinstachel, tuberositas oder spina tibiae (Taf. 4; 23g).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus tibiae (Taf. 4; 23h, 24h), hat drei Seiten, eine innere Seite, superficies tibiae interna (Taf. 4; 23n), eine äußere Seite, superficies tibiae externa (Taf. 4; 23o), und eine hintere Seite, superficies tibiae postica (Taf. 4; 24h), sowie drei Kanten, und zwar eine

vordere Kante, die Schienbeinleiste, crista tibiae (Taf. 4; 23i), die sehr scharf ist und von dem Schienbeinhöcker ihren Anfang nimmt, eine innere Kante und eine äußere.

Das untere Ende, welches mit dem Fuß in Verbindung tritt, hat nach innen den innern Knöchel, malleolus internus (Taf. 4; 23m, 24i), während sich an der entsprechenden Stelle nach außen ein Einschnitt mit einer Gelenkfläche befindet, der Wadenbeineinschnitt des Schienbeins, incisura fibularis tibiae (Taf. 4; 23k, 24k). Ebenso befindet sich nach unten die Gelenkgrube für das Sprungbein, fossa glenoidalis pro astragalo (Taf. 4; 23l, 24l).

b. Das Wadenbein.

Das Wadenbein, fibula oder perone (Taf. 4; 25, 26), liegt an der äußern oder Kleinzehenseite des Schienbeins, weshalb diese Seite des Unterschenkels auch der Fibularrand genannt wird. Das Wadenbein ist lang und sehr dünn, und von oben nach unten etwas gekrümmt, mit der Wölbung nach hinten. Wie an allen langen Knochen unterscheidet man auch an ihm ein oberes Ende, den Körper und ein unteres Ende.

Das obere Ende oder das Köpfchen des Wadenbeins, capitulum fibulae (Taf. 4; 25a, 26a), ist verhältnißmäßig dick und hat an seiner Innenseite eine kleine Gelenkfläche für das Schienbein, superficies articularis tibialis (Taf. 4; 25b, 26b).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus fibulae (Taf. 4; 25c, 26c), ist auf seinem Querschnitt dreiseitig mit einer äußern, innern und hintern Seite, sowie einem vordern, äußern und innern Winkel.

Das untere Ende bildet den äußern Knöchel, malleolus externus (Taf. 4; 25d, 26d). Derselbe ist an seiner Innenseite überknorpelt und legt sich zum Theil als Schienbeinoberfläche, superficies tibialis (Taf. 4; 25e, 26e), an den Wadenbeineinschnitt des Schienbeins, während der andere Theil als Gelenkoberfläche für das Sprungbein, superficies glenoidalis pro astragalo (Taf. 4; 25f, 26f), an der Bildung der Gelenkgrube für das Sprungbein, fossa glenoidalis pro astragalo (Taf. 4; 23l, 24l), theilnimmt und so dieselbe nach außen begrenzt.

c. Die Kniescheibe.

Die Kniescheibe, patella (Taf. 4; 21, 22), ist ein platter, rundlicher Knochen, an dem man eine vordere und hintere Fläche, sowie einen obern und zwei seitliche Ränder, die nach unten unter einem stumpfen Winkel sich verbinden, unterscheidet. Die Kniescheibe liegt an der vordern Seite des Kniees zwischen dem Oberschenkel und dem Schienbein und der Sehne des Streckmuskels des Schenkels.

Die vordere oder äußere Fläche, superficies externa (Taf. 4; 21b), ist schwach gewölbt, während die hintere oder innere Fläche, superficies articularis (Taf. 4; 22e), schwach concav ist und eine überknorpelte Gelenkfläche besitzt.

Der obere Rand, basis patellae (Taf. 4; 21a, 22a), ist breit, während der innere Rand, margo internus (Taf. 4; 21d, 22c), und der äußere Rand, margo externus (Taf. 4; 21e, 22d), in einem Bogen nach abwärts gehen und unter einem stumpfen Winkel sich verneigend die Spitze, apex (Taf. 4; 21c, 22b), bilden.

3. Knochen des Fußes.

Die Knochen des Fußes, ossa pedis (Taf. 4; 27, 28), bilden wie bei der Hand drei Abschnitte, die Fußwurzelknochen, die Mittelfußknochen und die Zehenknochen.

a. Fußwurzelknochen.

Die Fußwurzelknochen, ossa tarsi (Taf. 4; 27I bis VII, und 28a bis 28g), sind sieben an Zahl, welche eine hintere Reihe, gebildet aus dem Sprungbein und dem Fersenbein, sowie eine vordere Reihe, zusammengesetzt aus dem Kahnbein, ersten, zweiten und dritten Keilbein und dem Würfelbein, darstellen.

α. Fußwurzelknochen der ersten oder hintern Reihe.

1) Das Sprungbein, astragalus oder talus (Taf. 4; 27I, 28a), ist der oberste Knochen der Fußwurzelknochen, welcher mit dem Schien- und Wadenbein in Gelenkverbindung tritt und unmittelbar über dem Fersenbein liegt. Er ist annähernd würfelförmig, und unterscheidet man an ihm den Körper, corpus (Taf. 4; 27Ia), mit einer obern überknorpelten rollenartigen Fläche (Taf. 4; 28a), zwei platten überknorpelten Seitenflächen, welche mit den beiden Knöcheln articuliren, einer untern Gelenkgrube für das Fersenbein, cavitas articularis inferior pro calcaneo (Taf. 4; 27Id), einer hintern Fläche und einer vordern Fläche, ferner den Hals, collum (Taf. 4; 27Ib), welcher aus der vordern Fläche hervorragt und den Kopf, caput (Taf. 4; 27Ic), welcher an den Hals aufsitzt, an seiner dem Kahnbein zugekehrten Seite die vordere Gelenkfläche, superficies articularis anterior (Taf. 4; 27Ie), hat und nach außen eine Rinne, die Sprungbeinrinne, sulcus tali, sinus tali (Taf. 4; 27If), zeigt, welche mit einer Vertiefung des Fersenbeins die Fußwurzelhöhle, sinus tarsi, bildet.

2) Das Fersenbein, calcaneus (Taf. 4; 27II, 28b), liegt unter dem Sprungbein; es ist der größte und stärkste der Fußwurzelknochen und besteht aus dem Körper, corpus (Taf. 4; 27IIg), aus welchem nach hinten der Fersenbeinhöcker, tuber calcanei (Taf. 4; 27IIh), hervorspringt, und aus dem vordern Fersenbeinfortsatze, processus anterior calcanei (Taf. 4; 27IIi), an dem die vordere Gelenkfläche, superficies articularis anterior (Taf. 4; 27IIk), sich befindet, welche mit dem Würfelbeine in Verbindung tritt. Aus dem vordern Fersenbeinfortsatze entspringt seitlich nach innen noch ein zweiter kleiner Fortsatz, die Stütze des Sprungbeins, sustentaculum tali (Taf. 4; 27IIl), neben welcher sich oben und unten eine flache Rinne befindet, die obere und untere Rinne der Sprungbeinstütze, sulcus sustentaculi tali superior und inferior.

β. Fußwurzelknochen der zweiten oder vordern Reihe.

3) Das Kahnbein, os naviculare oder scaphoideum (Taf. 4; 27III, 28c), liegt am innern großen Zehenrande des Fußes, unmittelbar vor dem Kopfe des Sprungbeins, während sich nach vorn die drei Keilbeine und nach außen das Würfelbein anfügen. An der innern freien Seite befindet sich ein Höcker, der Kahnbeinhöcker, tuberositas ossis navicularis (Taf. 4; 27IIIm).

4) Das erste Keilbein, os cuneiforme primum (Taf. 4; 27IV, 28d), ist das innerste der drei Keilbeine und hilft so den innern Fußrand mit bilden. Es verbindet sich nach hinten mit dem Kahnbein, nach

vorn mit dem ersten Mittelfußknochen und nach außen mit dem zweiten Keilbein. Seine Gestalt entspricht seinem Namen, und liegt seine Schärfe nach oben, der Rücken dagegen nach unten.

5) Das zweite Keilbein, os cuneiforme secundum (Taf. 4; 27 V, 28 e), liegt zwischen dem ersten und dritten Keilbeine, und wird nach hinten von dem Kahnbeine, nach vorn von dem zweiten Mittelfußknochen begrenzt. Bei ihm ist das Verhältniß ein umgekehrtes, die Schärfe des Keils sieht nach unten, während die Basis nach oben den Fußrücken mithilden hilft.

6) Das dritte Keilbein, os cuneiforme tertium (Taf. 4; 27 VI, 28 f) liegt nach außen von dem zweiten Keilbein und nach innen von dem Würfelbeine, während es nach hinten von dem Kahnbein und nach vorn von dem dritten Mittelfußknochen begrenzt wird. Bei ihm liegt gleichfalls die Schärfe des Keils nach unten, während die Basis nach oben liegt.

7) Das Würfelbein, os cuboideum (Taf. 4; 27 VII, 28 g), liegt am äußern oder Kleinzehenrande des Fußes, vor der vordern Gelenkfläche des Fersenbeines, während sich nach vorn der vierte und fünfte Mittelfußknochen und nach innen das Kahnbein und mittle Keilbein befinden. An seiner äußern und untern Seite hat das Würfelbein eine Rinne, die Würfelbeinrinne, sulcus ossis cuboidei (Taf. 4; 27 VIIn), sowie an der untern Fläche eine schiefe Erhabenheit, eminentia obliqua.

b. Mittelfußknochen.

Die Mittelfußknochen, ossa metatarsi (Taf. 4; 27o, 28h, 28i), sind längliche Knochen, an denen man ein hinteres Ende, den Körper, und ein vorderes Ende oder Köpfchen unterscheidet. Nach hinten treten dieselben mit den Fußwurzelknochen in Verbindung, während sie sich mit ihrem Köpfchen an das hintere Ende des ersten Gliedes der Zehenknochen anlegen.

Das hintere Ende, basis ossium metatarsi (Taf. 4; 27p), verbindet sich durch ein Gelenk mit dem Fußwurzelknochen, und zwar das des ersten Mittelfußknochens, des Mittelfußknochens der großen Zehe, mit dem ersten Keilbeine, das des zweiten mit dem zweiten Keilbeine, des dritten mit dem dritten Keilbeine, des vierten und fünften mit dem Würfelbeine. An der Basis des fünften Mittelfußknochens, des Mittelfußknochens der kleinen Zehe, befindet sich ein kleiner Höcker, der Mittelfußknochenhöcker der kleinen Zehe, tuberositas ossis metatarsi quinti (Taf. 4; 27r).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus (Taf. 4; 27o), ist dreiseitig prismatisch mit einer obern etwas gewölbten Rückenfläche und zwei Seitenflächen, einer innern und äußern, sowie drei Kanten, einer untern schärfern, und zwei seitlichen stumpfern, einer innern und äußern.

Das vordere Ende oder Köpfchen, capitulum (Taf. 4; 27q), verbindet sich, wie schon erwähnt, mit dem hintern Ende des ersten Gliedes der Zehen, die Seiten sind etwas flach gedrückt und zeigen ein kleines Grübchen, sinus, sowie zwei kleine Höckerchen, tubercula.

c. Zehenknochen.

Die Zehenknochen, ossa digitorum pedis oder phalanges pedis (Taf. 4; 27t, u, v, w, x und 28k, l, m, n, o), werden aus drei Gliedern, phalanges, dargestellt, nur die erste, große Zehe, hat deren nur zwei. Von diesen ist das erste Glied, phalanx prima (Taf. 4; 27t, v und 28k, m), das größte, das letzte oder Nagelglied, phalanx unguicularis (Taf. 4; 27u, x und 28l, o), das kleinste. An jedem Glied bemerkt man ein mit einer concaven Gelenkfläche versehenes hinteres Ende, basis, und ein mit einer rollenförmigen Gelenkfläche versehenes vorderes Ende oder Köpfchen, capitulum, zwischen welchen sich der Körper, corpus, befindet. Nur das letzte Nagelglied jeder Zehe hat kein Köpfchen, sondern endigt in eine rauhe Wulst. Die Zehenglieder sind flach gedrückt, mit einer schwach gewölbten Rücken- oder Dorsal- und einer etwas concaven Sohlen- oder Plantarfläche, sowie einem innern oder Tibial- und einem äußern oder Fibularrande.

Die große oder erste Zehe, hallux (Taf. 4; 27t, u, und 28k, l), hat die stärksten Knochen und, wie schon erwähnt, nur zwei Glieder.

Die Knochen der zweiten bis fünften Zehe ordnen sich in drei Reihen, einer ersten oder hintersten Reihe, series prima oder posterior (Taf. 4; 27v, w, 28m), einer zweiten oder mittlern Reihe, series secunda oder media (Taf. 4; 27w, 28n), und einer dritten oder vordern Reihe, series tertia oder anterior (Taf. 4; 27x, 28o). Die Glieder der Zehen nehmen von der ersten bis zur fünften Zehe immer an Größe ab, ebenso an jeder Zehe die Glieder, von dem ersten bis zum dritten Gliede.

d. Sesambeine.

Die Sesambeine, ossa sesamoidea (Taf. 4; 27s), liegen an dem Gelenke zwischen dem Mittelfußknochen und ersten Gliede der großen Zehe in der Sehnenrolle und greifen in zwei an Köpfchen des Mittelfußknochens befindliche Rinnen ein. Es sind stets zwei Sesambeine, ein inneres und ein äußeres, os sesamoideum internum und externum, vorhanden. Ein drittes Sesambeinchen liegt am Gelenk zwischen dem ersten und zweiten Gliede der großen Zehe.

Tafel 5.

Diese Tafel zeigt uns die sämmtlichen Hülfsbänder des menschlichen Körpers, welche dazu dienen, in erster Linie die einzelnen Knochen des menschlichen Körpers untereinander zu verbinden, dann aber auch die Beweglichkeit der Gelenke einzuschränken.

Figur 1. Bänder des obern Theils der Wirbelsäule und der hintern Enden der obern Rippen von vorn gesehen.

a. Corpus ossis sphenoidei, Körper des Keilbeins.
b. Os temporum, Schläfenbein (durchsägt).
c. Atlas, Träger.
d. Processus transversus atlantis, Querfortsatz des Trägers.
e. Epistropheus, Umdreher.
f. Vertebra colli septima, siebenter Halswirbel.
g. Vertebra thoracis prima, erster Brustwirbel.
h. Costa prima, erste Rippe (hinteres Ende).
1. Ligamentum longitudinale anterius, vorderes Längenband.
2. Ligamentum obturatorium oder latum atlantis anterius, vorderes oder breites Ausfüllungsband des Trägers.
3. Ligamenta intervertebralia et cartilagines intervertebrales, Zwischenwirbelbänder und Zwischenwirbelknorpel.
4. Ligamenta intertransversalia, Zwischenquerfortsatzbänder.
5. Ligamenta capsularia capitulorum costarum, Kapselbänder der Rippenköpfchen.

6. Ligamenta colli costae interna, innere Bänder des Rippenhalses.
7. Ligamenta colli costae externa, äußere Bänder des Rippenhalses.

Figur 2. Bänder des untern Theils der Wirbelsäule, der hintern Enden der untern Rippen und des Beckens von vorn gesehen.

a. Vertebra thoracis decima, zehnter Brustwirbel.
b. Vertebra thoracis duodecima, zwölfter Brustwirbel.
c. Costa decima, zehnte Rippe (hinteres Ende).
d. Costa duodecima, zwölfte Rippe (hinteres Ende).
e. Vertebra lumborum prima, erster Lendenwirbel.
f. Vertebra lumborum quinta, fünfter Lendenwirbel.
g. Os sacrum, Kreuzbein.
h. Os coccygis, Steißbein.
i. Os ilei, Darmbein.
k. Crista ossis ilei, Kamm des Darmbeins.
l. Spina anterior superior ossis ilei, vorderer oberer Darmbeinstachel.
m. Spina anterior inferior ossis ilei, vorderer unterer Darmbeinstachel.
n. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Ast des Schambeins.
o. Ramus descendens ossis pubis, absteigender Ast des Schambeins.
p. Symphysis ossis pubis, Schambeinfuge.
q. Ramus ascendens ossis ischii, aufsteigender Ast des Sitzbeins.
r. Tuber ischii, Sitzknorren.
s. Ramus descendens ossis ischii, absteigender Ast des Sitzbeins.
t. Os femoris, Oberschenkelknochen.
1. Ligamentum longitudinale anterius, vorderes Längenband.
2. Ligamenta intervertebralia et cartilagines intervertebrales, Zwischenwirbelbänder und Zwischenwirbelknorpel.
3. Ligamenta intertransversalia, Zwischenquerfortsatzbänder.
4. Ligamenta capsularia capitulorum costarum, Kapselbänder der Rippenköpfchen.
5. Ligamenta intercostalia posteriora, hintere Zwischenrippenbänder.
6. Ligamentum lumbo-costale, Lenden-Rippenband.
7. Ligamentum ileo-lumbale superius, oberes Hüftbein-Lendenband.
8. Ligamentum ileo-lumbale inferius, unteres Hüftbein-Lendenband.
9. Ligamenta sacro-iliaca, Kreuzbein-Hüftbeinbänder.
10. Ligamentum spinoso-sacrum, Stachel-Kreuzbeinband.
11. Ligamenta sacro-coccygea lateralia, seitliche Kreuz-Steißbeinbänder.
12. Ligamentum foraminis obturatori, Band des Hüftloches.
13. Ligamentum capsulare femoris, Kapselband des Oberschenkels, Hüftgelenkskapselband.
14. Ligamentum arcuatum ossium pubis, bogenförmiges Band der Schambeinknochen.

Figur 3. Bänder der Halswirbelkörper, der obern Rückenwirbel und der hintern Enden der obern Rippen von hinten gesehen.

a. Os occipitis, Hinterhauptsbein (durchsägt).
b. Processus mastoideus ossis temporum, Warzenfortsatz des Schläfenbeins.
c. Fossa pro medulla oblongata, Rinne für das verlängerte Rückenmark.
d. Atlas, Träger.
e. Processus transversus atlantis, Querfortsatz des Trägers.
f. Epistropheus, Umdreher.
g. Vertebra colli septima, siebenter Halswirbel.
h. Vertebra thoracis prima, erster Brustwirbel.
i. Vertebra thoracis quarta, vierter Brustwirbel.
k. Costa prima, erste Rippe.
l. Costa quarta, vierte Rippe.
1. Ligamentum longitudinale posticum, hinteres Längenband (Anfangsstück).
2. Apparatus ligamentosus capitis et vertebrarum colli, Bandmasse des Kopfes und der Halswirbel.
3. Ligamenta accessoria capitis und ligamentum capsulare capitis cum atlante, Hülfsbänder des Kopfes und Kapselband des Kopfes und Atlas.
4. Ligamenta apicum, Spitzenbänder.
5. Ligamentum transversale externum, äußeres Querband.
6. Ligamenta colli costae externa et interna, äußere oder innere Bänder des Rippenhalses.

Figur 4. Bänder des untern Theils der Wirbelsäule, der hintern Enden der untern Rippen und des Beckens von hinten gesehen.

a. Vertebra thoracis decima, zehnter Rückenwirbel.
b. Vertebra thoracis duodecima, zwölfter Rückenwirbel.
c. Vertebra lumborum prima, erster Lendenwirbel.
d. Vertebra lumborum quinta, fünfter Rückenwirbel.
e. Costa decima, zehnte Rippe.
f. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
g. Os sacrum, Kreuzbein.
h. Hiatus canalis sacralis, Ausgang des Kreuzbeinkanals.
i. Os coccygis, Steißbein.
k. Os ilei, Hüftbein.
l. Os ischii, Sitzbein.
m. Os pubis, Schambein.
n. Os femoris, Oberschenkelknochen.
1. Ligamenta apicum, Spitzenbänder.
2. Ligamenta intercostalia posteria, hintere Zwischenrippenbänder.
3. Ligamentum lumbo-costale, Lenden-Rippenband.
4. Ligamentum transversale externum, äußeres Querband.
5. Ligamenta intertransversalia, Zwischenquerfortsatzbänder.
6. Ligamentum ileo-lumbale superius, oberes Hüftbein-Lendenband.
7. Ligamentum ileo-lumbale inferius, unteres Hüftbein-Lendenband.
8. Ligamentum ileo-sacrum longum, langes Hüft-Kreuzbeinband.
9. Ligamentum ileo-sacrum breve, kurzes Hüft-Kreuzbeinband.
10. Ligamentum ileo-sacrum inferius, unteres Hüft-Kreuzbeinband.
11. Ligamenta lateralia oder vaga postica ossis sacri, seitliche Bänder des Kreuzbeins.
12. Ligamenta sacro-coccygea postica, hintere Kreuz-Steißbeinbänder.

Ligamentum tuberoso-sacrum, Knorren-Kreuzbeinband.
Ligamentum spinoso-sacrum, Stachel-Kreuzbeinband.
Ligamentum obturatorium, Hüftlochband.
Ligamentum arcuatum ossium pubis, bogenförmiges Band des Schambeinknochens.
Ligamentum capsulare femoris, Kapselband des Oberschenkelkopfes.

Die Bänder des Körpers.

ämmtliche Bänder des Körpers lassen sich in vier ionen unterbringen, und erhalten wir danach: ıder am Kopfe, Bänder am Rumpfe, Bänder der obern Extremität und Bänder an der ern Extremität.

ur 5. Aeußere Bänder des rechten Unterkiefergelenks.

. Os temporum, Schläfenbein.
. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
. Arcus zygomaticus, Jochbein.
. Ramus maxillae inferioris, Ast des Unterkiefers.
. Processus condyloideus, Gelenkfortsatz.
Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
. Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.
. Processus styloideus, Griffelfortsatz.
. Ligamentum capsulare maxillae inferioris, Kapselband des Unterkiefers.
. Ligamentum laterale externum maxillae inferioris, äußeres seitliches Band des Unterkiefers.
. Ligamentum stylo-maxillare, Griffelfortsatz-Unterkieferband.
. Ligamentum stylo-hyoideum, Griffelfortsatz-Zungenbeinband.

ıur 6. Innere Bänder des rechten Unterkiefergelenks.

a. Os temporum, Schläfenbein.
b. Os sphenoideum, Keilbein.
c. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, Flügelfortsatz des Keilbeins.
d. Ramus maxillae inferioris, Ast des Unterkiefers.
e. Condylus maxillae inferioris, Gelenkfortsatz des Unterkiefers.
f. Angulus maxillae inferioris, Winkel des Unterkiefers.
1. Ligamentum capsulare maxillae inferioris, Kapselband des Unterkiefers.
2. Ligamentum laterale internum maxillae inferioris, inneres seitliches Band des Unterkiefers.

gur 7. Die innern Bänder des Kopfgenks, durch Eröffnung der Wirbelsäule von hinten sichtbar gemacht; obere Lage.

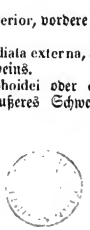
a. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
b. Atlas, Träger.
c. Epistropheus, Umdreher.
d. Processus odontoidens epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
1. Ligamentum longitudinale posticum, hinteres Längenband.
2. Apparatus ligamentosus capitis et vertebrarum colli, Bandmasse des Kopfes und der Halswirbel.
3. Ligamentum cruciatum, Kreuzband.
4. Ligamentum transversum atlantis, Querband des Atlas.
5. Appendix superior ligamenti cruciati, oberer Anhang des Kreuzbandes.
6. Appendix inferior ligamenti cruciati, unterer Anhang des Kreuzbandes.
7. Ligamentum laterale inferius dentis epistrophei, unteres seitliches Band des Zahnes des Umdrehers.
8. Ligamentum laterale superius dentis epistrophei, oder ligamenta alaria Mauchartii, oberes seitliches Band des Zahnes des Umdrehers.
9. Ligamentum capsulare capitis cum atlante, Kapselband des Kopfes mit dem Träger.
10. Ligamentum capitis laterale, seitliches Kopfband.

Figur 8. Die innern Bänder des Kopfgelenks, durch Eröffnung der Wirbelsäule von hinten sichtbar gemacht; untere Lage.

a. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
b. Atlas, Träger.
c. Epistropheus, Umdreher.
d. Processus odontoideus epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
1. Ligamentum laterale inferius dentis epistrophei, unteres seitliches Band des Zahnfortsatzes des Umdrehers.
2. Ligamentum laterale superius dentis epistrophei, oberes seitliches Band des Zahnfortsatzes des Unterkiefers.
3. Ligamentum capsulare capitis cum atlante, Kapselband des Kopfes mit dem Träger.
4. Ligamentum capsulare atlantis et epistrophei, Kapselband des Trägers und Umdrehers.
5. Ligamentum suspensorium dentis epistrophei, Aufhängeband des Zahnfortsatzes des Umdrehers.

Figur 9. Vordere Bänder des Brustbeins.

a. Pars sternalis claviculae, Brustbeintheil des Schlüsselbeins.
b. Manubrium sterni, Handgriff des Brustbeins.
c. Corpus sterni, Körper des Brustbeins.
d. Processus ensiformis sterni, Schwertfortsatz des Brustbeins.
e. Costa prima, erste Rippe.
f. Costa septima, siebente Rippe.
g. Costa octava oder costa prima spuria, achte oder erste falsche Rippe.
1. Ligamentum interclaviculare, Zwischenschlüsselbeinband.
2. Ligamentum capsulare internum claviculae, inneres Schlüsselbeinkapselband.
3. Ligamentum rhomboideum, rautenförmiges Band.
4. Ligamenta coruscantia oder intercostalia, Zwischenrippenbänder.
5. Membrana sterni propria anterior, vordere eigene Haut des Brustbeins.
6. Ligamenta sterno-costalia radiata externa, äußere Strahlenbänder des Brustbeins.
7. Ligamentum processus xiphoidei oder costo-xiphoideum externum, äußeres Schwertfortsatzband.



Figur 10. Hintere Bänder des Brustbeins.

a. Pars sternalis claviculae, Brustbeintheil des Schlüsselbeins.
b. Manubrium sterni, Handgriff des Brustbeins.
c. Corpus sterni, Körper des Brustbeins.
d. Processus xiphoideus sterni, Schwertfortsatz des Brustbeins.
e. Costa prima, erste Rippe.
f. Costa septima, siebente Rippe.
g. Costa octava oder costa spuria prima, achte oder erste falsche Rippe.
1. Ligamentum claviculare anterius, vorderes Schlüsselbeinband.
2. Ligamentum capsulare claviculae internum, inneres Schlüsselbeinkapselband.
3. Ligamentum rhomboideum oder costo-claviculare, rautenförmiges Band.
4. Ligamenta coruscantia oder intercostalia, Zwischenrippenbänder.
5. Membrana sterni propria posterior, hintere eigene Haut des Brustbeins.
6. Ligamenta sterno-costalia radiata interna, innere Strahlenbänder des Brustbeins.
7. Ligamentum processus xiphoidei internum, inneres Band des Schwertfortsatzes.

Figur 11. Aeußere Bänder des Schultergelenks, von vorn gesehen.

a. Pars acromialis claviculae, Schulterhöhentheil des Schlüsselbeins.
b. Acromion, Schulterhöhe.
c. Scapula, Schulterblatt.
d. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
e. Os brachii, Oberarmknochen.
f. Caput ossis brachii, Kopf des Oberarmknochens.
g. Tuberculum majus, größerer Höcker.
1. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüsselbein-Schulterhöhenband.
2. Ligamentum trapezoideum, tischförmiges Band.
3. Ligamentum conoideum, kegelförmiges Band.
4. Ligamentum coraco-acromiale oder scapulae proprium anticum, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.
5. Ligamentum transversum oder scapulae proprium posticum, Querband oder hinteres eigenes Band des Schulterblattes.
6. Ligamentum capsulare humeri, Kapselband des Oberarmknochens.

Figur 12. Innere Bänder des Schultergelenks, von vorn gesehen.

a. Pars acromialis claviculae, Schulterhöhentheil des Schlüsselbeins.
b. Acromion, Schulterhöhe.
c. Scapula, Schulterblatt.
d. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
e. Cavitas glenoidalis scapulae, Gelenkgrube des Schulterblattes.
f. Spina scapulae, Schultergräte.
1. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüsselbein-Schulterhöhenband.
2. Ligamentum trapezoideum, tischförmiges Band.
3. Ligamentum conoideum, kegelförmiges Band.
4. Ligamentum coraco-acromiale oder scapulae proprium anticum, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband oder vorderes eigenes Band des Schulterblattes.
5. Tendo bicipitis, Sehne des doppelköpfigen Muskels.
6. Ligamentum glenoideum, Gelenkgrubenband.

Figur 13. Bänder des linken Elnbogengelenks, von der Volarfläche aus gesehen.

a. Os brachii, Oberarmknochen.
b. Condylus externus ossis brachii, äußerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
c. Condylus internus ossis brachii, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
d. Trochlea processus cubitalis, Rolle des Elnbogenfortsatzes.
e. Radius, Speiche.
f. Collum radii, Hals der Speiche.
g. Capitulum radii, Köpfchen der Speiche.
h. Tuberositas radii, Höckerchen der Speiche.
i. Ulna, Elnbogenbein.
1. Ligamentum capsulare cubiti, Kapselband des Elnbogens.
2. Ligamentum laterale cubiti externum, äußeres Seitenband des Elnbogens.
3. Ligamentum laterale cubiti internum, inneres Seitenband des Elnbogens.
4. Ligamentum annulare radii, Ringband der Speiche.
5. Ligamentum teres, rundes Band.
6. Ligamentum interosseum antibrachii, Zwischenknochenband des Vorderarms.

Figur 14. Bänder des linken Elnbogengelenks, von der Rücken-(Dorsal-)fläche aus gesehen.

a. Os brachii, Oberarmknochen.
b. Condylus externus ossis brachii, äußerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
c. Condylus internus ossis brachii, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
d. Radius, Speiche.
e. Collum radii, Hals der Speiche.
f. Capitulum radii, Köpfchen der Speiche.
g. Tuberositas radii, Höckerchen der Speiche.
h. Ulna, Elnbogenbein.
i. Olecranon, Elnbogenknorren.
1. Ligamentum capsulare cubiti, Kapselband des Elnbogens.
2. Ligamentum laterale cubiti externum, äußeres Seitenband des Elnbogens.
3. Ligamentum annulare radii, Ringband der Speiche.
4. Ligamentum teres, rundes Band.
5. Ligamentum interosseum antibrachii, Zwischenknochenband des Vorderarms.

Figur 15. Bänder der linken Hand von der Hohlhand- oder Volarfläche aus gesehen.

a. Radius, Speiche.
b. Ulna, Elnbogenbein.
c. Processus styloideus radii, Griffelfortsatz der Speiche.
d. Processus styloideus ulnae, Griffelfortsatz des Elnbogenbeins.
e. Carpus, Handwurzel.
f. Metacarpus, Mittelhand.

ıalanges digitorum, Fingerglieder.
gamentum interosseum antibrachii, Zwischenknochenband des Vorderarms.
igamenta carpi, Bänder der Handwurzel.
igamenta ossium carpi et metacarpi volaria, Hohlhandbänder der Handwurzel- und der Mittelhandknochen.
igamenta baseos ossium metacarpi volaria, Hohlhandbänder der Basis der Mittelhandknochen.
igamenta capitulorum ossium metacarpi, Bänder der Köpfchen der Mittelhandknochen.
igamenta lateralia digitorum externa, äußere seitliche Bänder der Fingerglieder.
igamenta lateralia digitorum interna, innere seitliche Bänder der Fingerglieder.

16. Bänder der linken Hand, von der den- oder Dorsalfläche aus gesehen.

adius, Speiche.
Ulna, Elnbogenbein.
Processus styloideus radii, Griffelfortsatz der Speiche.
Processus styloideus ulnae, Griffelfortsatz des Elnbogenbeins.
Carpus, Handwurzel.
Metacarpus, Mittelhand.
Phalanges digitorum, Fingerglieder des Vorderarms.
Ligamentum interosseum antibrachii, Zwischenknochenband des Vorderarms.
Ligamenta carpi, Handwurzelbänder.
Ligamenta ossium carpi et metacarpi dorsalia, Rückenbänder der Handwurzel- und Mittelhandknochen.
Ligamenta baseos metacarpi dorsalia, Rückenbänder der Basis der Mittelhandknochen.
Ligamenta lateralia digitorum externa, äußere Seitenbänder der Fingerglieder.
Ligamenta lateralia digitorum interna, innere Seitenbänder der Fingerglieder.

r 17. Aeußere Bänder des linken Kniegelenks, von vorn und von der Innenseite gesehen.

Os femoris, Oberschenkelknochen.
Condylus internus femoris, innerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
Patella, Kniescheibe.
Tibia, Schienbein.
Tuberositas tibiae, Höcker des Schienbeins.
Tendo communis extensoris cruris, gemeinsame Sehne des Beinstreckers.
Ligamentum patellae medium, mittleres Band der Kniescheibe.
. Ligamentum patellae laterale internum, inneres seitliches Band der Kniescheibe.
. Ligamentum laterale genu internum, inneres seitliches Band des Knies.
. Ligamentum capsulare genu, Kapselband des Knies.

ur 18. Innere Bänder des linken Kniegelenks, von vorn gesehen.

. Os femoris, Oberschenkelknochen.
). Condylus internus femoris, innerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
c. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
d. Fossa articularis pro patella, Gelenkgrube für die Kniescheibe.
e. Tibia, Schienbein.
f. Condylus internus tibiae, innerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
g. Condylus externus tibiae, äußerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
h. Tuberositas tibiae, Höcker des Schienbeins.
i. Fibula, Wadenbein.
k. Capitulum fibulae, Köpfchen des Wadenbeins.
l. Eminentia intercondyloidea tibiae, Erhabenheit zwischen den Gelenkfortsätzen des Schienbeins.
1. Cartilago semilunaris externa, äußerer halbmondförmiger Knorpel.
2. Cartilago semilunaris interna, innerer halbmondförmiger Knorpel.
3. Ligamentum cruciatum genu anticum, vorderes Kreuzband des Kniegelenks.
4. Ligamentum cruciatum genu posticum, hinteres Kreuzband des Kniegelenks.
5. Ligamentum laterale genu internum, inneres Seitenband des Knies.
6. Ligamentum capsulare capituli fibulae, Kapselband des Wadenbeinköpfchens.
7. Ligamentum interosseum cruris, Zwischenknochenband des Unterschenkels.

Figur 19. Innere Bänder des linken Kniegelenks, von hinten gesehen.

a. Os femoris, Oberschenkelknochen.
b. Condylus internus femoris, innerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
c. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
d. Fossa intercondyloidea, Zwischengelenkfortsatzgrube.
e. Tibia, Schienbein.
f. Condylus externus tibiae, äußerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
g. Condylus internus tibiae, innerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
h. Fibula, Wadenbein.
i. Capitulum fibulae, Köpfchen des Wadenbeins.
1. Cartilago semilunaris externa, äußerer halbmondförmiger Knorpel.
2. Cartilago semilunaris interna, innerer halbmondförmiger Knorpel.
3. Ligamentum cruciatum genu anticum, vorderes Kreuzband des Kniegelenks.
4. Ligamentum cruciatum genu posticum, hinteres Kreuzband des Kniegelenks.
5. Ligamentum laterale genu internum, inneres Seitenband des Knies.
6. Ligamentum capsulare capituli fibulae, Kapselband des Wadenbeinköpfchens.
7. Ligamentum interosseum cruris, Zwischenknochenband des Unterschenkels.

Figur 20. Bänder der Sohlen- oder Volarfläche des Fußes.

a. Calcaneus, Fersenbein.
b. Astragalus, Sprungbein.
c. Tuber ossis navicularis, Höcker des Kahnbeins.
d. Os cuneiforme primum, erstes Keilbein.

e. Os cuboideum, Würfelbein.
f. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
g. Phalanges digitorum pedis, Zehenglieder.
1. Ligamenta tarsi plantaria, Sohlenbänder der Fußwurzel.
2. Ligamenta tarseo-metatarsea plantaria, Sohlenbänder der Fußwurzel mit dem Mittelfuße.
3. Ligamenta baseos metatarsi plantaria, Sohlenbänder der Basis des Mittelfußknochens.
4. Ligamenta capitulorum metatarsi, Bänder der Köpfchen der Mittelfußknochen.
5. Sulcus cartilagineus pro tendine flexoris pedis, Knorpelrinne für die Sehne des Beugemuskels des Fußes.
6. Ligamenta digitorum pedis lateralia interna, innere seitliche Bänder der Zehen.
7. Ligamenta digitorum pedis lateralia externa, äußere seitliche Bänder der Zehen.
8. Ligamenta cruciata digitorum pedis, Kreuzbänder der Zehen.
9. Ligamentum intersesamoideum, Zwischensesambeinband.

Figur 21. Bänder des linken Fußes von der innern Seite gesehen.

a. Tibia, Schienbein.
b. Malleolus internus, innerer Knöchel.
c. Astragalus, Sprungbein.
d. Calcaneus, Fersenbein.
e. Tarsus, Fußwurzel.
f. Os metatarsi hallucis, Mittelfußknochen der großen Zehe.
g. Phalanx prima hallucis, erstes Glied der großen Zehe.
h. Phalanx secunda hallucis, zweites Glied der großen Zehe.
1. Ligamenta tarsi marginis interni, Bänder der innern Seite der Fußwurzel.
2. Ligamentum articuli pedis posterius, hinteres Gelenkband des Fußes.
3. Ligamentum astragalo-calcaneum posterius, hinteres Sprungbein-Fersenbeinband.
4. Ligamentum calcaneo-cuboideum plantare, Fersenbein-Würfelbein-Sohlenband.
5. Ligamentum baseos metatarsi hallucis, Band der Basis des Mittelfußknochens der großen Zehe.
6. Ligamenta lateralia interna hallucis, innere Seitenbänder der großen Zehe.

Figur 22. Bänder der äußern Seite und des Rückens des Fußes.

a. Fibula, Wadenbein.
b. Tibia, Schienbein.
c. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
d. Calcaneus, Fersenbein.
e. Tarsus, Fußwurzel.
f. Metatarsus, Mittelfuß.
g. Phalanges digitorum pedis, Zehenglieder.
1. Ligamentum interosseum cruris, Zwischenknochenband des Unterschenkels.
2. Ligamenta tarsi dorsalia, Rückenbänder der Fußwurzel.
3. Ligamentum articuli pedis laterale, seitliches Gelenkband des Fußes.
4. Ligamenta tarseo-metatarsea dorsalia, Fußwurzel-Mittelfußwurzel-Rückenbänder.
5. Ligamenta baseos metatarsi dorsalia, Rückenbänder der Basis der Mittelfußknochen.
6. Ligamenta lateralia externa digitorum pedis, äußere Seitenbänder der Zehen.

A. Bänder am Kopfe.

Die einzelnen Knochen des Kopfes sind, wenn auch nicht absolut unbeweglich aneinandergefügt, doch ebenso wenig durch Gelenke miteinander verbunden, sondern durch Nähte, welche eine bedeutende Beweglichkeit mit einem geringen Grade von Verrückbarkeit vereinen.

Nur drei Bandverbindungen gibt es am Kopfe. Die eine ist die mit dem Unterkiefergelenk, die zweite mit dem Zungenbein, und die dritte mit der Wirbelsäule.

I. Unterkiefergelenk.

Das Unterkiefergelenk, articulatio maxillaris (Taf. 5; 5, 6), verbindet den Gelenkfortsatz des Unterkiefers mit der Gelenkgrube des Schläfenbeins und ist ein sogenanntes freies Gelenk, arthrodia, da aber die Beweglichkeit der Kinnlade nach auf- und abwärts größer ist als nach vor- und seitwärts, so ist die Arthrodie eine beschränkte. Bänder finden sich vier an diesem Gelenke: das Kapselband des Unterkiefers, das innere und äußere Seitenband des Unterkiefers und das Griffel-Unterkieferband.

a) Das Kapselband des Unterkiefers, Ligamentum capsulare maxillae inferioris (Taf. 5; 5, 6), umgibt sackförmig den Rand des Gelenkfortsatzes des Unterkiefers und die Gelenkgrube des Schläfenbeins. Die Gelenkhöhle wird durch einen Zwischenknorpel, cartilago interarticularis, in zwei Räume getheilt.

b) Das innere Seitenband des Unterkiefers, ligamentum laterale internum maxillae inferioris (Taf. 5; 6_3), entspringt vom Dornenfortsatz des Keilbeins und heftet sich an das Knochenblättchen an der hintern Unterkieferöffnung.

c) Das äußere Seitenband des Unterkiefers, ligamentum laterale externum maxillae inferioris (Taf. 5; 5_4), entspringt von der Wurzel des Jochfortsatzes des Schläfenbeins und setzt sich an den Hals des Gelenkfortsatzes des Unterkiefers.

d) Das Griffel-Unterkieferband, ligamentum stylo-maxillare oder stylo-mylohyoideum (Taf. 5; 4_1), entspringt vom Griffelfortsatz des Schläfenbeins und steigt zum Winkel des Unterkiefers.

II. Bandverbindung zwischen Schädel- und Zungenbein.

Das Zungenbein ist durch ein längeres Band, das Griffel-Zungenbeinband oder das Aufhängeband des Zungenbeins, Ligamentum stylohyoideum oder ligamentum suspensorium ossis hyoidei (Taf. 5; 5_4), am Schädel befestigt. Dasselbe entspringt am Griffelfortsatz des Schläfenbeins und setzt sich an die kleinen Hörner des Zungenbeins.

Außerdem sind noch vom Zungenbein selbst zu erwähnen das Kapselband der großen Hörner, ligamentum capsulare cornuum majorum, und das Kapselband der kleinen Hörner, ligamentum capsulare cornuum minorum (s. hier die Abbildung des Zungenbeins, Taf. 3; 14).

III. Kopfgelenk.

Kopfgelenk, articulatio capitis, wird gebildet die Gelenkfortsätze des Hinterhauptsbeins und ern schiefen Gelenkfortsätze des Trägers, wozu ine Anzahl Bänder kommen. Die Bewegung opfes ist eine doppelte. Zunächst kann er gerund gestreckt, das heißt nach vorn und hinten werden, indem das obenerwähnte Gelenk ein niergelenk, ginglymus, bildet. Dann findet auch noch eine Drehung des Kopfes nach beiden von je einem Viertelkreise im Umfange statt, jedoch die Bewegung der Halswirbelsäule mitnet ist. Diese horizontale Bewegung, eine Roll-Drehbewegung, rotatio, findet aber nicht en Kopf und Träger, sondern zwischen Träger Umdreher statt, wobei der Zahnfortsatz des Umrs als Drehpunkt dient.

n den Kopfgelenkbändern hat man drei Arten zu scheiden, erstens Bänder zwischen Kopf und ger, dann zwischen Kopf und Umdreher rseits und zwischen Träger und Umer andererseits, drittens zwischen Kopf mehrern Halswirbeln.

a. Bänder zwischen Kopf und Träger.

nder zwischen Kopf und Träger sind drei: das selband des Kopfes mit dem Träger, das ere Ausfüllungsband und das hintere füllungsband zwischen Kopf und Träger.

Das Kapselband des Kopfes mit dem ger, ligamentum capsulare capitis cum atlante 5; 7_6, 8_3), umgibt den Umfang der Gelenkfortdes Hinterhaupts sowie den Rand der obern en Gelenkfortsätze des Trägers.

Das vordere Ausfüllungsband, ligatum obturatorium oder latum atlantis anterius . 5; 3_2), entspringt vom vordern Rande des en Hinterhauptsloches und geht zum vordern en des Trägers. Der mittlere Theil des Bandes, er zum vordern Höckerchen des Trägers geht, ist ckt und heißt das gerade Band, ligamentum um.

Das hintere Ausfüllungsband, ligatum obturatorium oder latum atlantis posterius, uf unserer Abbildung nicht sichtbar und geht vom rn Rande des großen Hinterhauptsloches zum rn Bogen des Trägers.

Bänder zwischen Kopf und Umdreher einers und zwischen Träger und Umdreher andererseits.

Wir haben hier gleichfalls drei Bänder zu vernen, und zwar die Flügelbänder des Zahnrtsatzes des Umdrehers, das Aufhängeb des Zahnfortsatzes und das Querband Trägers.

) Die Flügelbänder des Umdrehers, ligata lateralia dentis epistrophei oder alaria Mauri (Taf. 5; 7_7 u. $_8$, 8_1 u. $_9$), zerfallen in die ern Flügelbänder, ligamenta alaria superiora af. 6; 7_6, 8_2), und die untern Flügelbänder, amenta alaria inferiora (Taf. 5; 7_7, 8_1); dieselben springen von der Seitenfläche des Zahnfortsatzes Umdrehers, und zwar die untern zu unterst, die rn zu oberst, und setzen sich an das Hinterhaupt schen den innern Rand des Gelenkfortsatzes des nterhauptsbeines und den vordern Umfang des großen Hinterhauptsloches, wobei sich die untern nach außen, die obern nach innen anheften.

2) Das Aufhängeband des Zahnfortsatzes, ligamentum suspensorium dentis epistrophei (Taf. 5; 8_4), geht von dem vordern Umfange des großen Hinterhauptsloches zum Zahnfortsatz.

3) Das Querband des Trägers, ligamentum transversum atlantis (Taf. 5; 7_4), geht von einem Seitentheile des Trägers quer hinter dem Zahnfortsatze weg zum andern Theile. Nach oben zweigt sich der obere Anhang, appendix superior (Taf. 5; 7_5), zum vordern Umfang des großen Hinterhauptsloches gehend, und nach unten der untere Anhang, appendix inferior (Taf. 5; 7_6), an den Körper des zweiten Halswirbels sich anheftend, ab und bildet so mit dem Querband des Trägers das Kreuzband, ligamentum cruciatum (Taf. 5; 7_3).

Nur dem Namen nach wollen wir noch erwähnen das Kapselband des Trägers und Umdrehers, ligamentum capsulare atlantis et epistrophei (Taf. 5; 8_4).

c. Bänder zwischen Kopf und mehrern Halswirbeln.

Zwei Bänder sind es, welche hier in Betracht kommen, die Bandmasse des Kopfes und das Nackenband.

1) Die Bandmasse des Kopfes, apparatus ligamentosus capitis et vertebrarum colli (Taf. 5; 3_2, 7_2), entspringt von dem Grundtheil des Hinterhauptsbeins und setzt sich an die innere Fläche des Körpers des dritten und vierten Halswirbels.

2) Das Nackenband, ligamentum nuchae oder cervicis, auf unserer Tafel nicht sichtbar, geht von dem äußern Hinterhauptsstachel zu den Dornfortsätzen der Halswirbel und setzt sich daselbst in dem Einschnitte fest.

B. Bänder am Rumpfe.

Die Bänder des Rumpfes dienen entweder zur Verbindung der Wirbel, der Rippen und des Brustbeins für sich, oder zur Vereinigung dieser verschiedenen Theile untereinander.

I. Verbindungen der Wirbel.

Die einzelnen Wirbel sind in der Hauptsache durch ein straffes Gelenk, amphiarthrosis, miteinander verbunden, wodurch die sich berührenden Knochen nur in geringem Maße gegeneinander verschoben werden können, während dabei die Wirbelsäule als Ganzes durch die Summe der Verschiebungen eine ziemliche Beweglichkeit besitzt. Mit Ausnahme des Trägers, der besondere Verhältnisse zeigt, ist bei den übrigen Wirbeln durch Zusammendrücken der zwischen je zwei gelegenen elastischen Faserknorpel eine Bewegung nach vorn, hinten und nach den Seiten gestattet, sowie eine drehende um die Längsachse der Wirbelsäule; doch werden diese Bewegungen durch die Gelenk- oder schiefen Fortsätze je nach den verschiedenen Theilen der Wirbelsäule etwas beschränkt. Am beweglichsten ist der Hals- und Lendentheil der Wirbelsäule, am wenigsten der Brusttheil, sodaß die Rückenwirbel, mit Ausnahme der untern, besonders zur Drehung um ihre senkrechte Achse sich eignen, während bei den Lendenwirbeln die Bewegung vorzugsweise nach vorn und hinten geschieht. Die Beweglichkeit der Wirbelsäule hängt, außer von der Größe und Höhe der Bandscheiben und von

der Stellung der Gelenkfortsätze, auch noch von der Größe der Wirbelkörper, von der günstigen oder ungünstigen Stellung der übrigen Wirbelfortsätze und von den verschiedenen Bändern ab.

Bänder unterscheidet man fünf Arten an der Wirbelsäule, und zwar: Bänder der Wirbelkörper, Bänder der Wirbelbogen, Bänder der schiefen Fortsätze, Bänder der Stachelfortsätze und Bänder der Querfortsätze.

a. Bänder der Wirbelkörper.

Die Bänder der Wirbelkörper bestehen aus den Zwischenwirbelknorpeln, dem vordern und dem hintern Längsbande.

1) Die Zwischenwirbelknorpel oder Bandscheiben, cartilagines intervertebrales oder ligamenta intervertebralia (Taf. 5; 1_3, 2_2), sind dicke, feste, knorpelartige Scheiben, welche zwischen je zwei Wirbelkörpern liegen. Sie haben im Umfang die Gestalt der einander zugekehrten Flächen der Wirbelkörper und sind von verschiedener Höhe, am dicksten zwischen den Lendenwirbeln. Sie bestehen aus einem äußern breiten, elastischen Faserring und einem von diesem umschlossenen weichen, gallertartigen Kern.

2) Das vordere Längsband, ligamentum longitudinale anterius (Taf. 5; 1_1, 2_1), liegt an der vordern äußern Seite der Wirbelsäule. Es beginnt an dem vordern Höcker des Trägers und steigt, nach abwärts immer breiter werdend und Wirbelkörper sowie Bandscheiben überziehend und an denselben sich anheftend, bis zum Kreuzbein herab.

3) Das hintere Längsband, ligamentum longitudinale posterius (Taf. 5; 3_1), liegt an der hintern Fläche der Wirbelkörper und steigt bis in den Kreuzbeinkanal herab, wie das vorige an den Wirbelkörpern und an den Bandscheiben sich anheftend.

b. Bänder der Wirbelbogen.

Die Zwischenwirbelbogenbänder, ligamenta subflava, flava oder intercruralia, gehen vom untern Rande eines Wirbelbogens zu dem obern Rande des folgenden und füllen so durch starke, gelbe, elastische Bandmassen die Lücken zwischen den einzelnen Wirbelbogen aus.

c. Bänder der schiefen Fortsätze.

Die Kapselbänder, ligamenta capsularia, verbinden die schiefen Fortsätze untereinander.

d. Bänder der Stachelfortsätze.

Die Bänder der Stachelfortsätze zerfallen in die Zwischenstachelfortsatzbänder und die Spitzenbänder.

1) Die Zwischenstachelfortsatzbänder, ligamenta interspinalia, füllen die Räume zwischen den Stachelfortsätzen aus.

2) Die Spitzenbänder, ligamenta apicum (Taf. 5; 3_4, 4_1), gehen von der Spitze des einen Stachelfortsatzes zu der des nächsten.

e. Bänder der Querfortsätze.

Die Zwischenquerfortsatzbänder, ligamenta intertransversalia (Taf. 5; 1_4, 2_3, 4_5), sind schmale, schlaffe Bänder, die von einem Querfortsatz zum andern gehen und namentlich an dem Lendentheile der Wirbelsäule stark ausgebildet sind. An der Spitze der Querfortsätze sind sie etwas stärker und dienen verschiedenen Muskeln der Wirbelsäule zum Ansatz.

II. Verbindungen der Rippen.

Jede Rippe ist an drei Punkten befestigt, und nach hinten durch das Köpfchen mit den Wirbeln und durch das Höckerchen mit den Querfortsätzen, während sie nach vorn mit dem Rippenknorpel in Verbindung steht, welche von der ersten bis zur zehnten Rippe an das Brustbein sich ansetzen, während die Knorpel der achten bis zehnten Rippe sich nach vorn anderlegen und die der elften und zwölften frei endigen. Die Verbindung der Rippenköpfchen mit den Wirbelkörpern bildet ein Charniergelenk, Gingglymus, während zwischen dem Rippenhöckerchen und dem Querfortsatz ein straffes Gelenk besteht. Nach den Befestigungspunkten haben wir auch drei Arten von Bändern, und zwar Rippen-Wirbelkörperbänder, Rippen-Querfortsatzbänder und Bänder am vordern Ende der Rippen.

a. Rippen-Wirbelkörperbänder.

Das Rippen-Wirbelkörpergelenk, articulatio costo-vertebralis, besteht aus einem Kapselband, ligamentum capsulare capituli costarum (Taf. 5), welches sich an den Rand der Gelenkfläche des Rippenköpfchens und an den Umfang der zwischen zwei Wirbelkörpern befindlichen Gelenkgrube ansetzt, und bei den zehn obern Rippen in einem im Innern befindlichen Zwischengelenkbande, ligamentum interarticulare capituli costae, welches die Leiste, crista, des Rippenköpfchens zum Zwischenknorpel geht und die Gelenkhöhle in zwei durch getrennte Hälften theilt.

b. Rippen-Querfortsatzbänder.

Das Rippen-Querfortsatzgelenk, articulatio costo-transversalis, besteht aus dem äußern Querfortsatzbande, dem innern und äußern Band des Rippenhalses, den hintern Zwischenrippenbändern und dem Lenden-Rippenbande.

1) Das äußere oder hintere Querfortsatzband der Rippe, ligamentum costo-transversale externum oder posterius (Taf. 5; 3_6, 4_4), ist kurz und geht von dem stumpfen Ende des Querfortsatzes zu dem obern, hintern, rauhen Theile des Halses der entsprechenden Rippe.

2) Das innere Band des Rippenhalses, ligamentum colli costae internum (Taf. 5; [illegible]), entspringt von dem obern Rande des Rippenhalses und steigt zum niedern Rande der Spitze des Querfortsatzes des nächst obern Wirbels in die Höhle.

3) Das äußere Band des Rippenhalses, ligamentum colli costae externum (Taf. 5; [illegible]), entspringt von der hintern Fläche des Rippenhalses und setzt sich an die Wurzel des Querfortsatzes und an den äußern und hintern Rand des Gelenkfortsatzes des nächst höhern Wirbels.

4) Die hintern Zwischenrippenbänder, ligamenta intercostalia posteriora (Taf. 5; 2_2, 4_3), entspringen am hintern untern Rande, besonders der obern Rippen, nach außen von dem Rippenhöckerchen und setzen sich an den obern Rand der darauffolgenden Rippe.

5) Das Lenden-Rippenband, ligamentum lumbo-costale (Taf. 5; 2_6, 4_2), entspringt vom untern Rande der letzten Rippe und setzt sich an die Querfortsätze des ersten und zweiten Lendenwirbels.

c. Bänder am vordern Ende der Rippen.

Die Bänder am vordern Ende der Rippen

ta sterno-costalia (Taf. 5; 9, 10), sind drei, die Kapselbänder, die Strahlenbänder vordern Zwischenknorpelbänder.

das Kapselband, ligamentum capsulare, ver- die Rippenknorpel mit dem Brustbein; nur der der ersten Rippe verwächst ganz mit dem ifse des Brustbeins.

as Strahlenband, ligamentum sterno-costale n (Taf. 5; 9_6, 10_6), wird von sehnigen Streifen, die von den Enden der Knorpel der wahren als äußeres Strahlenband, ligamentum n cartilaginum costarum externum (Taf. 5; 9_6), s inneres Strahlenband, ligamentum ra- cartilaginum costarum internum (Taf. 5; 10_6), dem es über die äußere oder innere Fläche ustbeins weggeht, sich hier mit dem der andern kreuzend, zu dem nächst obern Rippenknorpel dern Seite erstreckt.

Die vordern Zwischenrippenbänder, liga- intercostalia anteriora oder coruscantia, gehen nem Rippenknorpel derselben Seite zum andern illen so die Zwischenräume zwischen denselben

III. Bänder des Brustbeins.

ursprünglich in der Jugend nur durch Knorpel ten drei Stücke des Brustbeins verknöchern im u einem Ganzen. An Bändern finden sich die Membran des Brustbeins und das rtfortsatzband.

Die eigene Membran des Brustbeins, ana sterni propria (Taf. 5; 9_5, 10_5), überzieht dere und hintere Seite des Brustbeins, als re eigene Membran, membrana sterni propria r (Taf. 5; 9_5), und als hintere eigene ran, membrana sterni propria posterior, die iden Flächen mit den Strahlenbändern ver- t.

Das Schwertfortsatzband, ligamentum pro- xiphoidei oder costo-xiphoideum (Taf. 5; 9_7, ht von der äußern Fläche des Schwertfortsatzes als s Schwertfortsatzband, ligamentum costo- eum externum (Taf. 5; 9_7), zur vordern Fläche stbeinkörpers und zum untern Rande des siebenten nrorpels, und als inneres Schwertfortsatz- igamentum costo-xiphoideum internum (Taf. 5; ur hintern Fläche des Brustbeinkörpers und zu en Rippenknorpel.

IV. Bänder am Becken.

Bänder am Becken dienen entweder zur Ver- der Beckenknochen untereinander oder mit den virbeln und dem Kreuzbein, sowie zur Ver- g des Kreuzbeins mit dem Steißbeine. Danach wir folgende vier Gruppen von Bändern:

der zur Verbindung der Beckenknochen untereinander.

den Beckenknochen unter sich treten nur die beine durch Bandmassen zusammen, und zwar en Knorpel der Schambeinfuge und durch gensförmige Band.

Die Schambeinfuge, symphysis ossium pubis 5; 2p), wird durch einen Faserknorpel, der n die beiden aneinanderstoßenden Flächen der beine eingeschoben ist, gebildet. Derselbe hat denselben Bau, wie die Zwischenwirbelbänder. In seinem weichen, gallertartigen Kern befindet sich eine kleine Höhle, während er außen von bindegewebigen Massen, dem Ringbande der Schambeine, ligamentum annulare ossium pubis, umgeben ist.

2) Das bogenförmige Band, ligamentum arcuatum (Taf. 5; 2_{14}, 4_{16}), befindet sich unter der Schambeinfuge und grenzt nach oben den Schambeinbogen ab. Es geht von dem absteigenden Aste des einen Schambeins zu dem des andern.

b. Bänder zwischen dem Hüftbein und den Lendenwirbeln.

Die Verbindung der Hüftbeine mit den Lendenwirbeln geschieht auf beiden Seiten durch ein doppeltes starkes Band, das obere und untere Hüft-Lendenband.

1) Das obere Hüft-Lendenband, ligamentum ileo-lumbale superius (Taf. 5; 2_7, 4_6), entspringt von der innern Lippe des Kammes des Hüftbeins und setzt sich an die Spitze des Querfortsatzes des fünften Lendenwirbels an.

2) Das untere Hüft-Lendenband, ligamentum ileo-lumbale inferius (Taf. 5; 2_8, 4_7), liegt dicht unter dem vorigen und mehr nach der Wirbelsäule zu. Es entspringt von dem hintern Theile der innern Fläche des Hüftbeins und geht an den untern Rand des Querfortsatzes des fünften Lendenwirbels.

c. Bänder zur Verbindung der Beckenknochen mit dem Kreuzbein.

Die Verbindung der Beckenknochen mit dem Kreuzbein findet statt durch die Hüft-Kreuzbeinfuge, die seitlichen Bänder des Kreuzbeins, das hintere lange und kurze, sowie untere Hüft-Kreuzbeinband, ferner durch das Knorren-Kreuzbeinband und das Stachel-Kreuzbeinband.

1) Die Hüft-Kreuzbeinfuge, symphysis sacro-iliaca, wird gebildet durch die überknorpelten, ohrförmigen Verbindungsflächen des Darm- und Kreuzbeins.

2) Die seitlichen Bänder des Kreuzbeins, ligamenta lateralia oder vaga postica ossis sacri (Taf. 5; 4_{11}), entspringen vom Hüftbeinhöcker und gehen zur hintern Fläche des Kreuzbeins.

3) Das lange Hüftkreuzbeinband, ligamentum ileo-sacrum longum oder pelvis longum posticum (Taf. 5; 4_8), entspringt vom hintern obern Hüftbeinstachel und geht zum falschen Querfortsatz des vierten Kreuzbeinwirbels.

4) Das kurze Hüftkreuzbeinband, ligamentum ileo-sacrum breve oder pelvis breve posticum (Taf. 5; 2_9, 4_9), entspringt vom hintern obern und untern Hüftbeinstachel und geht zum falschen Querfortsatz des dritten Kreuzbeinwirbels.

5) Das untere Hüftkreuzbeinband, ligamentum ileo-sacrum inferius (Taf. 5; 2_9, 4_{10}), entspringt unmittelbar unter dem vorigen von dem hintern untern Hüftbeinstachel und geht zum falschen Querfortsatz des dritten Kreuzbeinwirbels. Es hilft nach hinten und oben den großen Hüftbeinausschnitt begrenzen.

6) Das Knorren-Kreuzbeinband, ligamentum tuberoso-sacrum (Taf. 5; 4_{13}), entspringt vom Sitzknorren und geht zum Rand des dritten bis fünften Kreuzbeinwirbels sowie des obersten Steißbeinwirbels.

7) Das Stachel-Kreuzbeinband, ligamentum spinoso-sacrum (Taf. 5; 2_{10}, 4_{14}), welches unmittel-

bar vor dem vorhergehenden liegt und sich mit demselben kreuzt, entspringt vom Sitzbeinstachel und geht zum untern seitlichen Rand des Kreuzbeins.

d. Bänder zwischen Kreuz- und Steißbein.

Das Steißbein ist mit dem Kreuzbein durch die hintern langen und kurzen Steiß-Kreuzbeinbänder und durch die seitlichen Steiß-Kreuzbeinbänder verbunden.

1) Die hintern langen Steiß-Kreuzbeinbänder, ligamenta sacro-coccygea postica longa (Taf. 5; 4_{12}), entspringen vom obern Rande des Ausganges des Kreuzbeinkanals, welchen sie verschließen, und gehen zur hintern Fläche des Steißbeins.

2) Die hintern kurzen Steiß-Kreuzbeinbänder, ligamenta sacro-coccygea postica brevia, liegen unter den vorigen und gehen von dem Kreuzbein zu den Steißbeinhörnern. Sie verknöchern oft und bilden dann eine feste Verbindung zwischen Kreuz- und Steißbein.

3) Die seitlichen oder vordern Steiß-Kreuzbeinbänder, ligamenta sacro-coccygea lateralia oder antica (Taf. 5; 2_{11}), entspringen vom untern Theile des Seitenrandes des Kreuzbeins und gehen zum obern Theile des Seitenrandes des Steißbeins.

e. Der Hüftlochverschluß.

Das Hüftloch wird durch eine starke Bindegewebshaut, das Verschließungsband, ligamentum obturatorium (Taf. 5; 2_{12}, 4_{15}), bedeckt. Dasselbe schließt das Hüftloch bis auf eine kleine Oeffnung am obern äußern Rande zum Durchtritt von Nerven und Gefäßen.

C. Bänder an den Extremitäten.

I. Bänder an der obern Extremität.

Die Bänder der obern Extremität dienen entweder zur Befestigung der Schulterknochen oder zur Verbindung des Oberarms mit dem Schulterblatte, ferner zur Verbindung des Ober- und Vorderarms, des Vorderarms mit der Hand, der Mittelhandknochen und der Fingerknochen.

1. Bänder der Schulter.

Wir haben hier drei Gruppen von Bändern, und zwar: Bänder am Brustende des Schlüsselbeins, Bänder zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt, und eigene Bänder des Schulterblattes.

a. Bänder am Brustende des Schlüsselbeins.

Die Bänder am Brustende des Schlüsselbeins, ligamenta sterno-clavicularia (Taf. 5; 9_{10}), werden gebildet durch das innere Kapselband, das Zwischenschlüsselbeinband und das rautenförmige Band.

1) Das innere Kapselband, ligamentum capsulare internum claviculae (Taf. 5; 9_2, 10_2), entspringt von dem Brustbeinende des Schlüsselbeins und geht zum Rande des Schlüsselbeineinschnitts am Handgriff des Brustbeins und zum Knorpel der ersten Rippe. Durch einen Gelenkknorpel wird die Kapsel in zwei Gelenkhöhlen getheilt.

2) Das Zwischenschlüsselbeinband, ligamentum interclaviculare (Taf. 5; 9_1), geht von dem Brustbeinende des einen Schlüsselbeins zu dem des andern und füllt so den obern concaven Rand des Handgriffs, die Drosselgrube, aus.

3) Das rautenförmige Band, rhomboideum oder costo-claviculare (Taf. 5; entspringt vom untern Rande des Brustbeinendes Schlüsselbeins und geht zum obern Rande des Rippenknorpels.

b. Bänder zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt.

Die Bänder zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt, ligamenta acromio-clavicularia, werden gebildet von dem äußern Kapselband, dem Schlüssel-Schulterhöhenband und dem Schlüsselbein-Rabenschnabelfortsatzband.

1) Das äußere Kapselband, ligamentum capsulare externum claviculae (Taf. 5; 11_1), entspringt vom Rande der Gelenkfläche der Schulterhöhe und geht zum Rande der entsprechenden Fläche des Schlüsselbeins.

2) Das Schlüsselbein-Schulterhöhenband, ligamentum claviculo-acromiale (Taf. 5;), ist eine Verstärkung des vorigen Bandes, liegt an der obern Fläche der Schulterhöhe zur obern Fläche des Schulterhöhenrandes des Schlüsselbeins.

3) Das Schlüsselbein-Rabenschnabelfortsatzband, ligamentum coraco-claviculare (Taf. 12_2 u. $_3$), entspringt von der obern Fläche des Rabenschnabelfortsatzes und geht zu dem am Schulterhöhenende des Schlüsselbeins. in zwei Theile, einen vordern, das vordere Band, ligamentum trapezoideum (Taf. und einen hintern, das kegelförmige Band, ligamentum conoideum (Taf. 5; 11_3, 12_3).

c. Eigene Bänder des Schulterblattes.

Eigene Bänder des Schulterblattes sind und zwar das Rabenschnabel-Schulterband und das Querband der Schulter.

1) Das Rabenschnabel-Schulterband oder das vordere eigene Schulterband, ligamentum coraco-acromiale oder scapulare anticum (Taf. 5; 11_4, 12_4), geht vom äußern Rand des Rabenschnabelfortsatzes zur vordern der Schulterhöhe.

2) Das Querband der Schulter, hintere eigene Schulterband, ligamentum versum oder scapulae proprium posticum (Taf. geht von einem Rande des Schulterblattes zum andern und bildet so ein Loch zum Durchtritt Nerven und Gefäßen.

2. Bänder zur Verbindung des Oberarms mit dem Schulterblatt.

Die Verbindung des Schulterblattes mit dem Oberarmknochen, articulatio humeri, wird durch das Gelenk, arthrodia, hervorgebracht, welches Gelenke nur ein Kapselband, ligamentum humeri (Taf. 5; 11_6), ein schlaffer Sack, der wegmng der Knochen kaum hindert, befestigt. heftet sich an den Rand der Gelenkgrube des Schulterblattes, sowie an den Hals des Oberarmknochens. wird von der langen Sehne des zweiten Muskels, tendo capitis longi musculi (Taf. 5; 12_3), durchbohrt. Um die Gelenkgrube des Schulterblattes befindet sich ein knorpeliger Rand, Gelenkgrubenband des Schulterblattes, ligamentum glenoideum scapulae (Taf. 5; 12, die flache Gelenkgrube vertiefen hilft.

nder zur Verbindung des Ober- und Vorderarms.

Elnbogengelenk, articulatio cubiti (Taf. 5; 4), ist eins der complicirtesten Gelenke, da drei 1, das untere Ende des Oberarmknochens und rn Enden der beiden Vorderarmknochen, daran nmen. Dadurch können im Elnbogengelenke zwei voneinander unabhängige Bewegungen ausgeverden, und zwar Beugung und Streckung rderarms, wozu das Elnbogenbein dient, indem : mit dem Oberarmknochen ein Winkelgelenk, nus, bildet, vermittels dessen der Vorderarm n einer Ebene gegen den Oberarm gebeugt kann; und Drehung, rotatio, der Speiche der beliebigen Winkelstellung des Vorderarms Oberarm, um eine Achse, welche man sich durch ittelpunkt der kopfförmigen Erhabenheit des Elnortsatzes des Oberarms, das Köpfchen der Speiche, en Griffelfortsatz des Elnbogenbeins gezogen muß. Diese letztgenannte Bewegung heißt, sie nach innen geschieht, Vorwärtsdrehung, io, und wenn sie wieder in die ursprüngliche nrück geschieht, Rückwärtsdrehung, supinatio. änder am Vorderarm dienen entweder zur Verg mit dem Oberarm, oder zwischen Speiche lnbogenbein.

Bänder zwischen Ober- und Unterarm.

Bänder, welche den Ober- mit dem Unterarm den, werden dargestellt durch das Kapselband lnbogens und durch das äußere und innere nband des Elnbogens.

Das Kapselband des Elnbogens, ligam capsulare cubiti (Taf. 5; 13_1, 14_1), ent: t vom Oberarmknochen noch über dem Elnbogen-, der durch dasselbe umschlossen wird, und setzt den Elnbogenknorren, die große halbmondförmige e und den Kronenfortsatz des Elnbogenbeins, sowie as Ringband der Speiche.

Das äußere Seitenband des Elnbogens, entum laterale cubiti externum (Taf. 5; 13_2, 14_2), ängt vom äußern Gelenkfortsatz des Oberarms und setzt sich an den äußern Umfang des andes der Speiche.

Das innere Seitenband des Elnbogens, entum laterale cubiti internum (Taf. 5; 13_3), vom innern Gelenkfortsatz des Oberarmknochens intern Theil des innern Randes der großen halbförmigen Grube des Elnbogenbeins.

Bänder zwischen Speiche und Elnbogenbein.

wischen Speiche und Elnbogenbein finden sich am Ende und am Körper drei Bänder, am untern aber nur zwei.

Bänder am obern Ende und am Körper zwischen Speiche und Elnbogenbein.

s sind dies das Ringband der Speiche, das de Band und das Zwischenknochenband.

) Das Ringband der Speiche, ligamentum ulare radii (Taf. 5; 13_4, 14_3), geht von dem vordern : der kleinen halbmondförmigen Grube des Elnnbeins nm das Köpfchen der Speiche herum zum rn Ende derselben Grube und hängt mit dem elbande und dem äußern Seitenbande des Elngelenks zusammen.

) Das runde Band, ligamentum teres oder chorda transversalis cubiti (Taf. 5; 13_5, 14_4), geht von dem Höckerchen der Speiche zum Kronenfortsatz des Elnbogenbeins. Es hindert eine allzu starke Rückwärtsdrehung des Unterarms.

3) Das Zwischenknochenband des Unterarms, ligamentum interosseum antibrachii (Taf. 5; 13_6, 14_5, 15_1, 16_1), verbindet als breite Membran die einander zugekehrten scharfen Ränder der Speiche und des Elnbogenbeins.

β. Bänder am untern Ende der Speiche und des Elnbogenbeins.

Dieselben werden gebildet von dem sackförmigen Kapselbande und dem dreieckigen Zwischenknorpel.

1) Das sackförmige Kapselband, ligamentum capsulare sacciforme oder membrana sacciformis, liegt über dem Kapselband des Handgelenks und geht vom halbmondförmigen Einschnitt der Speiche zum Köpfchen des Elnbogenbeins.

2) Der dreieckige Zwischenknorpel, cartilago triangularis intermedia, ist eine Fortsetzung der dem Handgelenk zugekehrten Gelenkfläche, der Speiche, und geht über das Köpfchen des Elnbogenbeins zum Griffelfortsatz desselben.

4) Bänder zur Verbindung des Vorderarms mit der Hand.

Das Handgelenk, articulatio manus (Taf. 5; 15e, 16e), wird aus den Gelenkflächen der untern Enden des Vorderarmknochens, sowie aus den Gelenkverbindungen der Handwurzelknochen untereinander gebildet. Die Hand ist nur mit der Speiche fest verbunden, und bilden dieselben zusammen ein beschränktes freies Gelenk, das Beugung und Streckung, Anziehung, adductio, und Abziehung, abductio, gestattet. Mit der Speiche zusammen kann auch die Hand vor- und rückwärts gedreht werden. Zwischen den einzelnen Handwurzelknochen findet nur eine sehr beschränkte Beugung und Streckung statt.

Zwischen der Speiche und dem dreieckigen Zwischenknorpel einerseits und der ersten Handwurzelreihe andererseits, befindet sich ein schlaffer Gelenksack, ligamentum capsulare carpi et antibrachii, der durch zahlreiche Hülfsbänder sowol an der Rücken- und Hohlhandseite, wie an der Radial- und Ulnarseite verstärkt wird.

Ebensolche Kapsel- und Hülfsbänder finden sich in großer Zahl (Taf. 5; 15_2, 16_2) sowol an der Dorsal- wie Volarfläche der Hand, zwischen den beiden Handwurzelreihen sowol, wie auch zwischen den einzelnen Handwurzelknochen. Sie werden nach den Knochen, an denen sie sich anheften, benannt, sodaß durch den Namen schon ihre Lage kenntlich wird. Sie dienen dazu, um der Hand eine bedeutende Festigkeit zu geben. Die Gelenke, welche sie überziehen, sind sämmtlich straffe Gelenke, amphiarthroses, die im einzelnen nur eine geringe Beweglichkeit gestatten, zusammen combinirt aber eine ausgiebigere Bewegung zulassen.

5. Verbindung der Mittelhandknochen.

Der erste Mittelhandknochen bildet mit dem großen vielwinkeligen Knochen ein freies Gelenk, während die übrigen Mittelhandknochen unter sich und mit der zweiten Reihe der Handwurzelknochen Amphiartrosen bilden. Ein Kapselband befindet sich sowol zwischen dem ersten Mittelhandknochen und dem großen vielwinkeligen Knochen, sowie zwischen den übrigen Mittelhandknochen und der

zweiten Reihe der Handwurzelknochen. Diese Kapselbänder werden durch zahlreiche Hülfsbänder, ligamenta ossium carpi et metacarpi volaria (Taf. 5; 15_3), und dorsalia (Taf. 5; 16_3) verstärkt.

Besonders erwähnen wollen wir nur die eigenen Bänder an den obern Enden der Mittelhandknochen, ligamenta baseos ossium metacarpi (Taf. 5; 15_4, 16_4), welche von der Basis des einen Mittelhandknochens zu der des andern gehen und nur zwischen dem ersten und zweiten Mittelhandknochen fehlen. Sie finden sich an der Rücken- wie Hohlhandseite der Basis als ligamenta baseos ossium metacarpi volaria (Taf. 5; 15_4) und dorsalia (Taf. 5; 16_4).

Ebenso finden sich am untern Ende der Mittelhandknochen drei Bänder, die jedoch nur auf der Volarfläche von einem Köpfchen des Mittelhandknochens zum andern gehen, ausgenommen vom Köpfchen des ersten zum zweiten Mittelhandknochen. Es sind dies die Bänder der Köpfchen der Mittelhandknochen, ligamenta capitulorum ossium metacarpi (Taf. 5; 15_5).

6. Verbindung der Fingerknochen.

Alle Finger mit Ausnahme des Daumens sind mit ihrem ersten Gliede an das entsprechende Köpfchen des Mittelhandknochens durch ein freies Gelenk gebunden, nur bei dem Daumen ist an dieser Stelle ein Winkelgelenk vorhanden, ebenso zwischen den einzelnen Gliedern der Finger. Zwischen jedem Mittelhandknochen-Fingergliedergelenke, articulatio metacarpophalangea, sowie zwischen jedem Fingergliedergelenke, articulatio interphalangea, findet sich ein Kapselband, ligamentum capsulare, sowie ein äußeres Seitenband, ligamentum laterale digitorum externum (Taf. 5; 15_6, 16_5), am Radialrande der Finger, und ein inneres Seitenband, ligamentum laterale digitorum internum (Taf. 5; 15_7, 16_6), am Ulnarrande der Finger.

II. Bänder an der untern Extremität.

Die Bänder an der untern Extremität dienen entweder zur Verbindung des Oberschenkels mit dem Becken, oder zur Verbindung des Oberschenkels mit dem Unterschenkel, ferner zur Verbindung der Unterschenkelknochen, des Unterschenkels mit dem Fuße, der Fußwurzelknochen, der Mittelfußknochen und der Zehenknochen.

1. Bänder zur Verbindung des Oberschenkelknochens mit dem Becken.

Das Hüftgelenk, articulatio coxae, ein sogenanntes Nußgelenk, enarthrosis, wird aus der Pfanne des Beckens und dem Gelenkkopfe des Oberschenkelknochens mit dem dazu gehörenden Bandapparate gebildet. Derselbe besteht in dem Kapselbande des Oberschenkelknochens, ligamentum capsulare femoris (Taf. 5; 2_{13}, 4_{17}), welches vom Pfannenrande zum Halse des Oberschenkelknochens geht. Außerdem wird der Rand der Pfanne innerhalb der Kapsel von einem knorpeligen Ringe, die Knorpellippe der Pfanne, labrum cartilagineum acetabuli, umgeben. Mehrere Hülfsbänder verstärken das Kapselband. In der Gelenkhöhle selber befindet sich das runde Schenkelband, ligamentum teres femoris, welches, von der Synovialhaut des Gelenks überzogen, von der Grube für das runde Band des Schenkelkopfs herab zur Pfannengrube steigt.

2. Bänder zur Verbindung des Oberschenkels mit dem Unterschenkel.

Im Kniegelenke, articulatio genu, kann das Schienbein gegen den Oberschenkelknochen gedreht werden, dann aber kann bei gebogenem Knie noch eine geringe Drehung des Schienbeins um seine Längenachse stattfinden. Die Bänder des Knies sind das Kniescheibenband, das Kapselband des Knies, das Kniekehlenband, das innere und äußere Seitenband und das vordere und hintere Kreuzband.

1) Das Kniescheibenband, ligamentum patellae (Taf. 5; 17_1), ist die Fortsetzung der Sehne des gemeinschaftlichen Streckmuskels des Schenkels, auch als mittleres Kniescheibenband, ligamentum patellae medium (Taf. 5; 17_1), von der Kniescheibenhöcker des Schienbeins, während sich seine Flügel als inneres und äußeres Kniescheibenband, ligamentum patellae internum und externum (17_2), an den innern und äußern Gelenkfortsatz des Schienbeins ansetzen.

2) Das Kapselband des Knies, ligamentum capsulare genu (Taf. 5; 17_3), umgibt als weiter Sack den Gelenkfortsatz des Oberschenkels und an den Umfang der Gelenkfläche des Schienbeins, nach vorn die Kniescheibe vor sich habend. In der Kapsel befinden sich die halbmondförmigen Knorpel und die beiden Kreuzbänder.

3) Das Kniekehlenband, ligamentum popliteum, ist eine Verstärkung des Kapselbandes und zieht äußern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens über die Kniekehle weg zum innern Rande des Schienbeins, unmittelbar unter dem innern Gelenkfortsatz desselben.

4) Das innere seitliche Band des Knies, ligamentum laterale genu internum (Taf. 5; 18_5, 19_3), geht vom innern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens zum innern Gelenkfortsatz des Schienbeins.

5) Das äußere seitliche Band des Knies, ligamentum laterale genu externum, geht vom äußern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens zum äußern Gelenkfortsatz des Schienbeins.

6) Das vordere Kreuzband des Knies, ligamentum cruciatum genu anticum (Taf. 5; [illegible]), geht von der innern Fläche des äußern Gelenkfortsatzes des Oberschenkelknochens etwas nach vorn und unten zu der Grube vor der Erhabenheit zwischen den Gelenkfortsätzen des Schienbeins.

7) Das hintere Kreuzband des Knies, ligamentum cruciatum genu posticum (Taf. 5; [illegible]), geht von der gegen die Kniekehle gewendeten Fläche des innern Gelenkfortsatzes des Oberschenkelknochens zur Grube hinter der Erhabenheit zwischen den Gelenkfortsätzen des Schienbeins.

Noch sind zu erwähnen die halbmondförmigen oder Zwischengelenkknorpel, cartilagines semilunares oder interarticulares (Taf. 5; 18_1, 19_1), welche zwischen den Gelenkfortsätzen des Oberschenkelknochens und des Schienbeins liegen. Sie sind halbmondförmig, mit ihrer offenen Seite der Grube zwischen den Gelenkfortsätzen des Schienbeins zugewendet. Man unterscheidet einen äußern halbmondförmigen Gelenkknorpel, cartilago semilunaris externa (18_1, 19_1), und einen innern, cartilago semilunaris interna (Taf. 5; 18_2, 19_2).

3. Bänder zur Verbindung der Unterschenkelknochen.

Man unterscheidet am Unterschenkel

Ende, zwischen den Körpern und am n Ende.

nder am obern Ende des Unterschenkelknochens.

ist nur das Kapselband des Wadenbeins, ntum capsulare capituli fibulae (Taf. 5; 18_6, 19_6), nen. Dasselbe geht vom Köpfchen des Waden- zu der für dasselbe bestimmten Gelenkfläche am Gelenkfortsatz des Schienbeins.

inder zwischen den Körpern der Unterschenkelknochen.

r haben wir das Zwischenknochenband des rschenkels, ligamentum interosseum cruris 5; 18_7, 19_7, 22_1). Dasselbe füllt den Zwischen- zwischen Schienbein und Wadenbein aus und nur an seinem obern Ende eine größere Lücke Durchtritt von Gefäßen.

inder am untern Ende der Unterschenkelknochen.

selben verbinden als vordere und hintere belbänder, ligamenta tibio-fibularia antica und a (Taf. 5; 22), die untern Enden des Schien- Wadenbeins.

änder des Fußes mit dem Unterschenkel.

r Fuß tritt mit dem Unterschenkel nur durch das nghein in Verbindung und bildet mit dem Schien- theine das Sprunggelenk, articulatio talo- lis. Der Fuß kann gehengt und gestreckt, aus- einwärts bewegt, sowie um seine Längsachse ge- werden, an welchen Bewegungen auch die Ge- zwischen den einzelnen Fußwurzelknochen theil- en, welche das Fußgelenk, articulatio pedis, n. Das Sprungbein ist durch ein Kapselband dem Unterschenkel verbunden, das durch mehrere Hülfsbänder verstärkt wird.

Bänder zur Verbindung der Fußwurzelknochen.

e Fußwurzelknochen sind untereinander durch sehr Bänder verbunden, sodaß zwischen allen nur fe Gelenke vorhanden sind. Dieselben werden det durch kurze, straffe Kapselbänder, liga- a capsularia tarsi propria, welche entweder zwei noch mehrere Fußwurzelknochen verbinden. Diese elbänder werden durch kurze starke Hülfsbänder rkt, die auf dem Fußrücken der Fußsohle und Seitenflächen des Fußes von einem Fußwurzel- en zum andern gehen. Dadurch erhält man eigene lenbänder der Fußwurzel, ligamenta tarsi ria dorsalia (Taf. 5; 22_2), eigene Bänder der sohle, ligamenta tarsi propria plantaria (Taf. 5; , und eigene Seitenbänder der Fußwurzel, menta tarsi propria lateralia (Taf. 5; 21_1), die ntlich aus einer großen Zahl kleiner Bänder, welche Fußwurzelknochen zu Fußwurzelknochen gehen, be- n und nach diesen auch benannt werden.

Bänder zur Verbindung der Mittelfußknochen.

Die Mittelfußknochen sind sowol untereinander wie den Fußwurzelknochen durch straffe Gelenke unden. Man hat dreierlei Bänder am Mittelfuß unterscheiden, und zwar solche, welche die Mittel- knochen mit den Fußwurzelknochen verbinden, ferner solche zwischen den hintern Enden und solche zwischen den vordern Enden der Mittelfußknochen.

a. Bänder zwischen Fußwurzel und Mittelfußknochen.

Wir haben hier zunächst die Kapselbänder, sowie die Hülfsbänder am Fußrücken, an der Fußsohle und an den Seiten des Fußes.

1) Die Kapselbänder, ligamenta capsularia, sind der Zahl nach drei und verbinden das erste Keilbein mit dem ersten Mittelfußknochen, das zweite und dritte Keilbein mit dem zweiten und dritten Mittelfußknochen, und das Würfelbein mit dem vierten und fünften Mittelfußknochen.

2) Die Hülfsbänder, ligamenta accessoria tarsi et metatarsi, gehen:

α. als Rückenhülfsbänder, ligamenta accessoria dorsalia (Taf. 5; 22_4), von dem Rücken der Fußwurzelknochen zum Rücken der entsprechenden Mittelfußknochen,

β. als Sohlenhülfsbänder, ligamenta accessoria plantaria (Taf. 5; 20_8), von der Sohle der Fußwurzelknochen zur Sohle der entsprechenden Mittelfußknochen,

γ. als Seitenhülfsbänder, ligamenta accessoria lateralia (Taf. 5; 21_5), von der Seite der Fußwurzelknochen zur entsprechenden Seite der Mittelfußknochen.

b. Bänder zwischen den hintern Enden der Mittelfußknochen.

Es sind dies die Basisbänder der Mittelfußknochen, ligamenta baseos metatarsi (Taf. 5; 20_9, 22_5), und zwar vier Rückenbänder, ligamenta dorsalia (Taf. 5; 22_6), zwischen je zwei Mittelfußknochen eines, drei Sohlenbänder, ligamenta plantaria (Taf. 5; 20_9), nur zwischen den vier letzten Mittelfußknochen, und vier Zwischenmittelfußknochenbänder, ligamenta intermetatarsea, welche in den zwischen den Basen der Mittelfußknochen befindlichen Zwischenräumen liegen.

c. Bänder zwischen den vordern Enden der Mittelfußknochen.

Hier sind nur zu erwähnen die vier Bänder der Köpfchen der Mittelfußknochen, ligamenta capitulorum ossium metatarsi (Taf. 5; 20_4), welche an der Fußsohle der Mittelfußknochen von einem Köpfchen zum andern gehen.

7. Bänder zur Verbindung der Zehenglieder.

Das untere Ende der ersten Zehenglieder verbindet sich mit dem Köpfchen des entsprechenden Mittelfußknochens durch ein freies Gelenk, arthrodia, während die einzelnen Zehenglieder unter sich durch Winkelgelenke verbunden sind. An sämmtlichen Zehengelenken befinden sich Kapselbänder, ligamenta capsularia, die an der Fußsohle knorpelartig verdickt und rinnenartig ausgehöhlt sind (Taf. 5; 20_5), worin die Sehnen der Beugemuskeln des Fußes liegen, die von den Kreuzbändern ligamenta cruciata (Taf. 5; 20_6), umschlossen und so an die Zehen angedrückt werden. In der verdickten Kapselwand am ersten Gelenke der großen Zehe liegen auch zwei Sesambeine, zwischen welchen das Zwischensesambeinband, ligamentum intersesamoideum (Taf. 5; 20_9), liegt.

Außerdem sind auch noch die einzelnen Zehen durch starke seitliche Hülfsbänder, ligamenta lateralia

(Taf. 5; 20_6 u. $_7$, 21_6, 22_6), miteinander verbunden, und zwar am Großzehenrande einer jeden Zehe durch die innern Seitenbänder, ligamenta lateralia interna (Taf. 5; 20_6, 21_6), und am Kleinzehenrande durch die äußern Seitenbänder, ligamenta lateralia externa (Taf. 5; 20_7, 22_6).

Topographische Anatomie.

Nachdem wir in den bisherigen Tafeln das Gerüst des menschlichen Körpers sowol als Ganzes wie in seinen Theilen vorgeführt haben, bringen wir auf den folgenden Tafeln die Muskeln, Gefäße, Nerven und übrigen Organe des Körpers in ihrer topographischen Anordnung, ohne dabei in alle Einzelheiten eingehen zu können, da eine systematische Durchführung theils zu viel Raum in Anspruch nehmen, theils aber auch den Zweck dieser Tafeln, den Laien in der Anatomie über den menschlichen Körper und dessen Bau zu unterrichten, nicht erfüllen würde. Wir geben daher nur das Wichtigste, wenn auch dabei manche Lücken bleiben werden, die der Mann von Fach ausfüllen muß.

Tafel 6.

Diese Tafel, die erste topographische, bringt den Kopf und Hals in verschiedenen Ansichten zur Darstellung, wir sehen denselben sowol nach Entfernung der Haut, wie der obersten Muskellage, als auch im Durchschnitt durch die Mittellinie, sodaß man sich von den Hauptverhältnissen eine Vorstellung machen kann.

Figur 1. Kopf und Hals nach Entfernung der Haut.

A. Cranium mit galea aponeurotica, Schädeldach mit der Sehnenhaube.
B. Arcus zygomaticus, Jochbogen.
C. Acromion, Schulterhöhe.
D. Tragus auriculae, vordere Ohrklappe oder Ohrecke.
E. Antitragus, hintere Ohrklappe oder Gegenecke.
F. Lobulus auriculae cum folliculis sebaceis, Ohrläppchen mit Talgdrüsen.
1. Musculus frontalis und occipitalis, Stirn- und Hinterhauptsmuskel.
2. Musculus orbicularis palpebrarum, Schließmuskel der Augenlider.
3. Musculus attollens auriculae, Hebemuskel des Ohres.
4. Musculus retrahens auriculae, Zurückziehemuskel des Ohres.
5. Musculus compressor nasi, Zusammendrückmuskel der Nase.
6. Musculus procerus nasi Santorini, der lange Nasenmuskel des Santorin.
7. Musculus levator labii superioris alaeque nasi, Aufhebemuskel der Oberlippe und des Nasenflügels.
8. Musculus zygomaticus minor, kleiner Jochmuskel.
9. Musculus zygomaticus major, großer Jochmuskel.
10. Musculus levator labii superioris proprius, eigener Heber der Oberlippe.
11. Musculus orbicularis oris, Schließmuskel des Mundes.
12. Musculus depressor anguli oris, Herabzieher des Mundwinkels.
13. Musculus depressor labii inferioris, Niederzieher der Unterlippe.
14. Musculus risorius Santorini, Lachmuskel des Santorin.
15. Musculus masseter, Kaumuskel.
16. Musculus buccinator, Trompetermuskel.
17. Musculus platysma myoides, breiter Halsmuskel.
18. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnickermuskel.
19. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
20. Musculus splenius capitis, Bauchmuskel des Kopfes.
21. Musculus splenius colli, Bauchmuskel des Halses.
22. Musculus levator anguli scapulae, Schulterblattaufhebemuskel.
23. Musculi scaleni, Rippenhalter.
24. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
25. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
26. Aponeurosis temporalis, Sehnenhaube der Schläfe.
I. Glandula parotis, Ohrspeicheldrüse.
II. Ductus Stenonianus, Ausführungsgang der Ohrspeicheldrüse.
a. Arteria carotis externa, äußere Kopfpulsader.
b. Arteriae coronariae labiorum, Kranzpulsadern der Lippen.
c. Arteria angularis, Winkelpulsader.
d. Arteria occipitalis, Hinterhauptspulsader.
e. Arteria auricularis posterior, hintere Ohrpulsader.
f. Arteria temporalis, Schläfenpulsader.
g. Arteria transversa faciei, quere Antlitzpulsader.
h. Ramus frontalis arteriae temporalis, Stirnast der Schläfenpulsader.
i. Ramus occipitalis arteriae temporalis, Hinterhauptsast der Schläfenpulsader.
k. Arteria frontalis ex ophthalmica, Stirnpulsader aus der Augenschlagader.
l. Vena facialis anterior, vordere Antlitzvene.
m. Vena facialis posterior, hintere Antlitzvene.
n. Vena temporalis superficialis, oberflächliche Schläfenblutader.
o. Vena temporalis profunda, tiefe Schläfenblutader.
p. Vena cephalica, Speichenhautblutader.
q. Vena jugularis externa, äußere Drosselblutader.
r. Ramus occipitalis venae jugularis externae, Hinterhauptsast der äußern Drosselblutader.
α. Nervus supraorbitalis, Oberaugenhöhlennerv.
β. Nervi subcutanei malae, Wangenhautnerven.
γ. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
δ. Nervus mentalis, Kinnnerv.
ε. Nervus accessorius Willisii, Beinerv.
ζ. Nervus occipitalis major, größerer Hinterhauptsnerv.
η. Nervus occipitalis minor, kleinerer Hinterhauptsnerv.
ϑ. Nervus auricularis magnus, großer Ohrnerv.
ι. Nervi supraclaviculares, Oberschlüsselbeinnerven.

Figur 2. Kopf und Hals nach Entfernung der Hautblutadern, des breiten Halsmuskels und des Kappenmuskels.

A. Cranium mit der galea aponeurotica, Schädeldach mit der Sehnenhaube.
B. Arcus zygomaticus, Jochbogen.
C. Maxillae inferioris ramus horizontalis, horizontaler Ast des Unterkiefers.
D. Os hyoideum, Zungenbein.
E. Clavicula, Schlüsselbein.
F. Acromion, Schulterhöhe.
G. Spina scapulae, Schultergräte.
H. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
I. Caput humeri, Kopf des Oberarmknochens.
K. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüsselbein-Schulterhöhenband.
L. Ligamentum coraco-claviculare, Rabenschnabelfortsatz-Schlüsselbeinband.

amentum coraco-acromiale, Rabenschnabel-ortsatz-Schulterhöhenband.
sculus frontalis, Stirnmuskel.
sculus occipitalis, Hinterhauptsmuskel.
sculus orbicularis oculi, Schließmuskel der Augenlider.
sculus attollens auriculae, Hebemuskel des Ohres.
sculus retrahens auriculae, Zurückziehemuskel des Ohres.
isculus compressor nasi, Zusammendrückmuskel der Nase.
isculus procerus nasi Santorini, der lange Nasenmuskel des Santorin.
isculus levator labii superioris alaeque nasi, Aufhebemuskel der Oberlippe und des Nasenflügels.
isculus zygomaticus minor, kleiner Jochmuskel.
isculus zygomaticus major, großer Jochmuskel.
isculus levator labii superioris proprius, eigener Hebemuskel der Oberlippe.
isculus orbicularis oris, Schließmuskel des Mundes.
isculus depressor anguli oris, Herabziehemuskel des Mundwinkels.
isculus depressor labii inferioris, Herabziehemuskel der Unterlippe.
isculus masseter, Kaumuskel.
isculus buccinator, Trompetermuskel.
isculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
isculus biventer cervicis, zweibäuchiger Nackenmuskel.
isculus splenius capitis, Bauschmuskel des Kopfes.
isculus splenius colli, Bauschmuskel des Halses.
lusculus levator scapulae, Schulterblatthebemuskel.
lusculus rhomboideus minor, kleiner rautenförmiger Muskel.
lusculi scaleni, Rippenhalter.
lusculus omohyoideus, Schulter-Zungenbeinmuskel.
lusculus sterno-hyoideus, Brust- und Zungenbeinmuskel.
lusculus hyothyreoideus, Zungenbein-Schildknorpel.
lusculus digastricus, zweibäuchiger Unterkiefermuskel.
lusculus mylohyoideus, Unterkiefer-Zungenbeinmuskel.
lusculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
lusculus pectoralis minor, kleiner Brustmuskel.
lusculus infraspinatus, Untergrätenmuskel.
luscukus biceps brachii, tendo capitis longi, zweiköpfiger Armmuskel, Sehne des langen Kopfes.
landula submaxillaris, Unterkieferdrüse.
rteria carotis externa, äußere Kopfpulsader.
rteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
rteria thyreoidea superior, obere Schilddrüsenpulsader.
rteria lingualis, Zungenpulsader.
rteria maxillaris externa, äußere Kieferpulsader.
amus submentalis arteriae maxillaris externae, Unterkinnast der äußern Kieferpulsader.
Arteria coronaria labiorum, Kranzpulsader der Lippen.
Arteria nasalis lateralis, Winkel- oder Seitenpulsader der Nase.

i. Arteria occipitalis, Hinterhauptspulsader.
k. Arteria auricularis posterior, hintere Ohrpulsader.
l. Arteria temporalis, Schläfenpulsader.
m. Arteria transversa faciei, quere Antlitzpulsader.
n. Ramus frontalis arteriae temporalis, Stirnast der Schläfenpulsader.
o. Ramus occipitalis arteriae temporalis, Hinterhauptsast der Schläfenpulsader.
p. Arteria maxillaris interna, innere Kieferpulsader.
q. Arteria frontalis ex arteria ophthalmica, Stirnpulsader aus der Augenpulsader.
r. Arteria transversa scapulae, quere Pulsader des Schulterblattes.
s. Arteria cervicalis superficialis, oberflächliche Halspulsader.
t. Arteria subclavia sinistra, linke Unterschlüsselbeinpulsader.
u. Vena subclavia sinistra, linke Unterschlüsselbeinblutader.
α. Nervus supraorbitalis, Oberaugenhöhlennerv.
β. Nervus supratrochlearis, Oberrollnerv.
γ. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
δ. Nervus temporalis subcutaneus, Unterhautnerv der Schläfe.
ε. Nervus mentalis, Kinnnerv.
ζ. Nervus facialis, Gesichtsnerv.
η. Nervus auricularis posterior, hinterer Ohrnerv.
ϑ. Pes anserinus, Gänsefuß.
ι. Nervi temporales nervi facialis, Schläfennerven des Gesichtsnerven.
κ. Nervi zygomatici nervi facialis, Jochbogennerven des Gesichtsnerven.
λ. Nervus accessorius Willisii, Beinerv.
μ. Nervus hypoglossus, Ueberzungennerv.
ν. Nervus occipitalis major, großer Hinterhauptsnerv.
ξ. Nervus occipitalis minor, kleiner Hinterhauptsnerv.
π. Plexus brachialis, Armgeflecht.

Figur 3. Kopf und Hals im Durchschnitt durch die Mittellinie.

A. Os frontis, Stirn.
B. Os sphenoideum, Keilbein.
C. Processus pterygoideus, Flügelfortsatz.
D. Foramen ovale, ovales Loch.
E. Foramen rotundum, rundes Loch.
F. Foramen condyloideum anterius ossis occipitis, vorderes Gelenkfortsatzloch des Hinterhauptsbeins.
G. Os parietale, Scheitelbein.
H. Os nasi, Nasenbein.
I. Processus nasalis maxillae superioris, Nasenfortsatz des Oberkieferbeins.
K. Antrum Highmori, Highmorhöhle.
L. Processus alveolaris maxillae superioris, Zahnhöhlenfortsatz des Oberkiefers.
M. Maxilla inferior, Unterkiefer.
N. Os hyoideum, Zungenbein.
O. Processus spinosus atlantis, Dornfortsatz des Trägers.
P. Arcus anterior atlantis, vorderer Bogen des Trägers.
Q. Processus spinosus epistrophei, Dornenfortsatz des Umdrehers.
R. Processus odontoideus epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
S. Vertebra tertia colli, dritter Halswirbel.
T. Vertebra septima colli, siebenter Halswirbel.
U. Vertebra prima dorsi, erster Brustwirbel.
V. Manubrium sterni, Handgriff des Brustbeins.
W. Septum narium, Scheidewand der Nase.

X. Epiglottis, Kehldeckel.
Y. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
Z. Cartilagines annulares tracheae, Ringknorpel der Luftröhre.
1. Cartilago intervertebralis, Zwischenwirbelband.
2. Ligamentum longitudinale anterius, vorderes Längsband.
3. Dura mater cerebri, harte Hirnhaut.
4. Dura mater medullae spinalis, harte Rückenmarkhaut.
5. Ligamentum hyo-thyreoideum, Zungenbein-Schildknorpelband.
6. Ligamentum hyo-epiglotticum, Zungenbein-Kehldeckelband.
7. Ligamenta glottidis, Stimmritzenbänder.
8. Bulbus, Augapfel.
9. Palpebrae oculi, Augenlider.
10. Lingua, Zunge.
11. Frenulum linguae, Zungenbändchen.
12. Tonsilla dextra, rechte Mandel.
13. Uvula, Zäpfchen.
14. Palatum mobile, beweglicher Gaumen.
15. Arcus glosso-palatinus, Zungen-Gaumenbogen.
16. Arcus pharyngo-palatinus, Schlund-Gaumenbogen.
17. Apertura tubae Eustachii, Oeffnung der Eustachischen Trompete.
18. Isthmus faucium, Rachenenge.
19. Oesophagus, Speiseröhre.
20. Glandula thyreoidea, Schilddrüse.
21. Tela cellulosa inter oesophagum et columnam vertebrarum, Zellgewebsschicht zwischen der Speiseröhre und der Wirbelsäule.
22. Levator palpebrae superioris, Aufhebemuskel des obern Augenlides.
23. Musculus obliquus oculi inferior, unterer schiefer Augenmuskel.
24. Musculus mylohyoideus, Kiefer-Zungenbeinmuskel.
25. Musculus geniohyoideus, Kinn-Zungenbeinmuskel.
26. Musculus genioglossus, Kinn-Zungenmuskel.
27. Musculi anteriores colli lateris dextri, vordere Muskeln der rechten Seite des Halses.
28. Musculi nuchae, Nackenmuskeln.
a. Arcus aortae, Bogen der großen Körperpulsader.
b. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
c. Arteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
d. Arteria basilaris, Basispulsader.
e. Arteria ophthalmica, Augenpulsader.
f. Arteria corporis callosi, Balkenpulsader.
g. Vena cava superior, obere Halsvene.
h. Venae jugurales communes, gemeinschaftliche Drosselblutadern.
i. Sinus transversus, Querblutleiter.
k. Torcula Herophili, Presse des Herophilus.
l. Sinus longitudinalis superior, oberer Längsblutleiter.
m. Sinus longitudinalis inferior und sinus quartus, unterer Längsblutleiter und Zeltblutleiter.
α. Nervus opticus, Sehnerv.
β. Nervus oculomotorius, ramus inferior, gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv, unterer Ast.
γ. Nervus trochlearis, Rollmuskelnerv.
δ. Nervus trigeminus, dreigetheilter Nerv.
ε. Nervus ophthalmicus, ramus primus nervi trigemini, Augenhöhlennerv, erster Ast des dreigetheilten Nerven.
ε'. Nervus maxillaris superior, ramus secundus nervi trigemini, Oberkiefernerv, zweiter Ast des dreigetheilten Nerven.
ε''. Nervus maxillaris inferior, ramus tertius nervi trigemini, Unterkiefernerv, dritter Ast des dreigetheilten Nerven.
ζ. Nervus frontalis, Stirnnerv.
η. Nervi ciliares, Blendungsnerven.
ϑ. Ganglion sphenopalatinum, Gaumen-Keilbeinnervenknoten.
ι. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
κ. Ganglion oticum, Ohrknoten.
λ. Ganglion cervicale supremum, oberer Halsnervenknoten.
μ. Corpus striatum, Streifenhügel.
ν. Hemisphaera cerebri dextra, superficies interna, rechte Gehirnhemisphäre, innere Fläche
ξ. Corpus callosum, Balken.
π. Genu corporis callosi, Knie des Balkens.
ρ. Foramen Monroi, Monroi'sches Loch.
σ. Talamus nervi optici dexter, rechter Sehhügel.
τ. Plexus chorioideus, Aderhautgeflecht.
υ. Glandula pinealis, Zirbeldrüse.
φ. Corpora quadrigemina, Vierhügel.
χ. Glandula pituitaria, Hirnanhang.
ψ. Ventriculus tertius, dritte Hirnhöhle.
ω. Ventriculus quartus, vierte Hirnhöhle.
α'. Pons Varoli, Varolsbrücke.
β'. Medulla oblongata, verlängertes Mark.
γ'. Centrum cinereum medullae oblongatae et medullae spinalis, grauer Kern des verlängerten Markes und des Rückenmarkes.
δ'. Corpus medulare cerebelli, Marklörper des kleinen Gehirns.
ε'. Arbor vitae cerebelli, Lebensbaum des kleinen Gehirns.

Figur 4. Horizontaldurchschnitt durch die beiderseitigen Augen und die Nasengegend.

1. Integumentum, äußere Haut.
2. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins im horizontalen Durchschnitt.
3. Processus frontalis ossis zygomatici, Stirnfortsatz des Jochbeins.
4. Orbita, superficies interna, Augenhöhle, innere Fläche.
5. Musculus obliquus oculi superior, oberer schiefer Augenmuskel.
6. Trochlea musculi obliqui superioris, Rolle des obern schiefen Augenmuskels.
7. Musculus levator palpebrae superioris, insertio posterior, Aufhebemuskel des obern Augenlides, hinteres Ende.
7'. Musculus levator palpebrae superioris, insertio anterior, Aufhebemuskel des obern Augenlides, vorderes Ende.
8. Musculus rectus oculi superior, oberer gerader Augenmuskel.
9. Musculus rectus oculi internus, innerer gerader Augenmuskel.
10. Musculus rectus oculi externus, äußerer gerader Augenmuskel.
11. Glandula lacrymalis, Thränendrüse.
12. Bulbus, Augapfel.
13. Arteria ophthalmica, Augenhöhlenpulsader.
14. Arteria lacrymalis, Thränendrüsenpulsader.
15. Arteria supra orbitalis, Oberaugenhöhlenpulsader.
16. Vena ophthalmica cerebralis, Gehirnaugenhöhlenblutader.
17. Nervus ophthalmicus, Augenhöhlennerv.
18. Nervi ciliares, Ciliarnerven.
19. Nervus lacrymalis, Thränendrüsennerv.

rvus opticus sinister, pars cerebralis, linker Sehnerv, Gehirntheil.
rvus opticus dexter, pars cerebralis, rechter Sehnerv, Gehirntheil.
iasma nervorum opticorum, Sehnerven-Kreuzung.
ervus trochlearis, Rollmuskelnerv.
iberculum ephipii, Sattelknopf.
ssura orbitalis superior, obere Augenhöhlenspalte.
a minor ossis sphenoidei, kleiner Flügel des Keilbeins.
oramen opticum, Sehloch.
egumenta oculi, Hüllen des Auges.
orpus vitreum, Glaskörper.
ens crystallinea, Krystalllinse.
analis Petiti, Petit'scher Kanal.
analis Schlemmii, Schlemm'scher Kanal.
is, Regenbogenhaut.
ornea, Hornhaut.
alpebra, Augenlid.
eptum narium, Nasenscheidewand.
inus ethmoidales, Siebbeinzellen.
ssa nasalia, Nasenbeine.
rocessus nasalis et frontalis ossis maxillae superioris, Nasen- und Stirnfortsatz des Oberkieferknochens.
evator labii superioris alaeque nasi, Aufheber der Oberlippe und des Nasenflügels.
usculus procerus Santorini, der lange Nasenmuskel des Santorin.

). Die linke Augenhöhle, von der Seite geöffnet.

acunar orbitae, Dach der Augenhöhle.
inus frontalis, Stirnhöhle.
olum orbitae, Boden der Augenhöhle.
analis infraorbitalis, Unteraugenhöhlenkanal.
inus ossis maxillae superioris, Oberkieferhöhle.
uperficies temporalis ossis maxillae superioris, Schläfenfläche des Oberkieferknochens.
la magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins im Durchschnitt durch die Wurzel.
oramen rotundum, rundes Loch.
oramen ovale, ovales Loch.
ssura orbitalis superior, obere Augenhöhlenspalte.
rocessus pterygoideus lamina externa, äußere Platte des Flügelfortsatzes.
issura orbitalis inferior, untere Augenhöhlenspalte.
arotis interna, innere Kopfpulsader.
ervus trigeminus, dreigetheilter Nerv.
anglion semilunare, halbmondförmiger Nervenknoten.
amus primus nervi trigemini, erster Ast des dreigetheilten Nervs.
amus secundus nervi trigemini, zweiter Ast des dreigetheilten Nerven.
amus tertius nervi trigemini, dritter Ast des dreigetheilten Nerven.
ervus opticus, Sehnerv.
usculus levator palpebrae superioris, Aufhebemuskel des obern Augenlides.
usculus obliquus oculi superior, oberer schiefer Augenmuskel.
endo musculi obliqui superioris, Sehne des obern schiefen Augenmuskels.
rochlea musculi obliqui superioris, Rolle des obern schiefen Augenmuskels.
usculus obliquus oculi inferior, unterer schiefer Augenmuskel.
24. Musculus rectus oculi superior, oberer gerader Augenmuskel.
25. Musculus rectus oculi externus, äußerer gerader Augenmuskel.
26. Musculus rectus oculi inferior, unterer gerader Augenmuskel.
27. Musculus rectus oculi internus, innerer gerader Augenmuskel.
28. Bulbus oculi, Augapfel.
29. Conjunctiva bulbi, Liderhaut des Augapfels.
30. Conjunctiva palpebrae, Liderhaut des Augenlides.
31. Tarsus palpebrae superioris, Knorpel des obern Augenlides.
32. Stratum musculare palpebrarum, Muskelschicht der Augenlider.
33. Integumentum, äußere Haut.

Figur 6. Senkrechter Durchschnitt durch die linke Augengegend und den linken Augapfel.

1. Lacunar orbitae, Dach der Augenhöhle.
2. Sinus frontalis, Stirnhöhle.
3. Canalis infraorbitalis, Unteraugenhöhlenkanal.
4. Sinus ossis maxillae superioris, Oberkieferhöhle.
5. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
6. Integumentum nervi optici durae matris, Sehnervenscheide der harten Hornhaut.
7. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
8. Foramen rotundum, rundes Loch.
9. Processus pterygoideus, Flügelfortsatz.
10. Levator palpebrae superioris, Hebemuskel des obern Augenlides.
11. Musculus rectus oculi superior, oberer gerader Augenmuskel.
12. Musculus rectus oculi inferior, unterer gerader Augenmuskel.
13. Musculus obliquus oculi inferior, unterer schiefer Augenmuskel.
14. Arteria ophthalmica, Augenhöhlenpulsader.
15. Vena ophthalmica cerebralis, Gehirnaugenhöhlenblutader.
16. Nervus naso-ciliaris, Nasenaugennerv.
17. Nervus oculomotorius, gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv.
18. Nervus opticus, Sehnerv.
19. Tunicae oculi, Hüllen des Auges.
20. Corpus vitreum, Glaskörper.
21. Lens crystallinea, Krystalllinse.
22. Iris, Regenbogenhaut.
23. Canalis Petiti, Petit'scher Kanal.
24. Cornea, Hornhaut.
25. Palpebra superior, oberes Augenlid.
25′ Palpebra inferior, unteres Augenlid.

Kopf und Hals.

Der **Kopf**, caput, der oberste Theil des menschlichen Körpers, zerfällt in zwei Abschnitte, die **Hirnschale**, cranium, bestehend aus dem **Schädeldach** oder **Schädelgewölbe**, fornix cranii, und dem **Schädelgrund**, basis cranii, und das **Gesicht**, facies, welches den vordern untern Theil des Kopfes bildet.

An den Kopf nach unten schließt sich der **Hals**, collum, an, welcher das Verbindungsglied zwischen jenem und dem Rumpfe bildet.

Nach Entfernung der äußern Haut und des Unterhautzellgewebes stellen sich uns zunächst die Muskeln dar, welche in verschiedenen Schichten und Regionen das knöcherne Gerüst des Kopfes und Halses bedecken.

Muskeln am Kopfe und Halse.

I. Muskeln am Kopfe.

Nach den Gegenden zerfallen die Muskeln des Kopfes in sechs Gruppen, und zwar in die Muskeln der Kopfhaut, der Augenhöhle, des Ohres, der Nase, der Lippen, des Kinnes und der Backen, sowie des Unterkiefers.

A. Muskeln der Kopfhaut.

Unter der Kopfhaut befindet sich die Sehnenhaube, galea aponeurotica (Taf. 6; 1 A, 2 A), welche eine sehnige Kappe darstellt, die über das Schädeldach gespannt, locker mit der Knochenhaut, pericranium, desselben, fester aber mit der Kopfhaut verwachsen ist. Von ihr gehen vier Muskeln aus, die beiden Stirnmuskeln und die beiden Hinterhauptsmuskeln, welche zusammen den Schädeldeckelmuskel, musculus epicranius oder occipito-frontalis (Taf. 6; 1_1) bilden, für welchen die Galea als die Zwischensehne zu betrachten ist.

1. Muskeln an der Stirn.

Stirnmuskel, musculus frontalis (Taf. 6; 1_1, 2_1).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut der Stirn, von der Nasenwurzel und dem obern Augenhöhlenrande emporsteigend.

Ansätze:
a) Der innere Theil des obern Augenhöhlenrandes, der Augenbrauenbogen, der Nasenfortsatz des Oberkieferbeins und die Nasenwurzel.
b) Der vordere Theil der Sehnenhaube.

Wirkung:
Zieht die Sehnenhaube mit der Kopfhaut nach vorn und unten.

Ein besonderer Theil des Stirnmuskels ist der Augenbrauenrunzler, musculus corrugator supercilii, welcher auch mit dem Schließmuskel des Augenlides zusammenfließt und sich in der Haut der Augenbrauen verliert.

2. Muskeln am Hinterhaupte.

Hinterhauptsmuskel, musculus occipitalis (Taf. 6; 1_1, 2_2).

Lage:
Unter der Haut des Hinterhauptes.

Ansätze.
a) Die obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins und der Warzentheil des Schläfenbeins.
b) Der hintere Theil der Sehnenhaube.

Wirkung:
Zieht die Sehnenhaube mit der Kopfhaut nach hinten.

B. Muskeln der Augenhöhle.

1. Schließmuskel der Augenlider, musculus orbicularis oder sphincter palpebrarum (Taf. 6; 1_2, 2_3, 5_{22}).

Lage:
Am Eingange der Augenhöhle, unmittelbar unter der Haut.

Ansätze:
a) Der Stirnfortsatz des Oberkieferbeins und das innere Augenlidband, welches von der Stelle, wo der processus frontalis des os maxillare superius an das Stirnbein anstößt, zum innern Augenwinkel geht.
b) Die Fasern dieses Muskels gehen ringförmig um die Lidspalte herum und kehren zu ihrem Ausgangspunkte zurück.

Wirkung:
Verengt die Augenlidspalte und schließt dieselbe.

2. Aufhebemuskel des obern Augenlides, musculus levator palpebrae superioris (Taf. 6; 3_{22}, 4_7, 5_{20}, 6_{10}).

Lage:
Geht in der Augenhöhle von hinten dicht unter dem Dache derselben über den nächsten Muskel nach vorn.

Ansätze:
a) Der obere Rand des Sehnervenloches in den kleinen Flügeln des Keilbeins.
b) Der obere Rand des obern Augenlidknorpels.

Wirkung:
Zieht das obere Augenlid in die Höhe und nach hinten in die Augenhöhle zurück.

3. Der obere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus superior bulbi oculi (Taf. 6; 4_8, 5_{24}, 6_{11}).

Lage:
Geht von der Spitze der Augenhöhle, unter dem Dache derselben nach vorn und oben zum Augapfel.

Ansätze:
a) Der obere Rand des Sehnervenloches.
b) Der vordere obere Theil der Lederhaut des Auges.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um eine horizontale, von innen nach außen gehende Achse, welche mit der optischen Achse des Auges einen Winkel von 67° bildet, nach oben und etwas nach innen.

4. Der untere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus inferior bulbi oculi (Taf. 6; 5_{26}, 6_{12}).

Lage:
In der Augenhöhle, wie der vorige, nur daß er auf dem Boden derselben nach vorn und unten zum Augapfel geht.

Ansätze:
a) Der untere Rand des Sehnervenloches.
b) Der vordere untere Theil der Lederhaut des Auges.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um dieselbe Achse wie der vorige Muskel, nur nach unten und innen.

5. Der innere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus internus bulbi oculi (Taf. 6; 4_9, 5_{27}).

Lage:
Geht von der Spitze der Augenhöhle an der innern Wand nach vorn und innen zum Augapfel.

Ansätze:
a) Der innere Rand des Sehnervenloches.
b) Der vordere innere Theil der Lederhaut des Auges.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um seine senkrechte Achse nach innen.

6. Der äußere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus externus bulbi oculi (Taf. 6; 4_{10}, 5_{25}).

Lage:
In der Augenhöhle an deren äußerer Seite, von hinten nach vorn und außen zum Augapfel gehend.

e:
Der äußere Rand des Sehnervenloches.
Der vordere äußere Theil der Lederhaut des Auges.
ıng:
reht den Augapfel um seine senkrechte Achse ıch außen.

erer schiefer Augenmuskel, musculus obliquus oculi superior (Taf. 6; 5_{21}).

n dem innern obern Theile der Augenhöhle, vischen dem obern und innern geraden Augpfelmuskel. Er geht mit seinem Bauche von inten nach vorn, während seine Sehne (Taf. 6; $_{21}$) durch die Rolle, trochlea (Taf. 6; 5_{22}), ıre Richtung ändert und nach außen und etwas ach hinten geht.
tze:
) Der innere obere Rand des Sehnervenloches.
) Die Lederhaut des Auges hinter dem vordern Ansatze des obern geraden Augapfelmuskels.
ıng:
reht den Augapfel um eine horizontale Achse, elche von vorn nach hinten gehend die optische chse des Auges unter einem Winkel von 36° neidet, sodaß die Pupille dabei nach außen gechtet wird.

ıterer schiefer Augenmuskel, musculus uus oculi inferior (Taf. 6; 3_{23}, 5_{23}, 6_{13}).

:
m vordern untern Augenhöhlenumfang.
tze:
) Die Augenhöhlenfläche des Oberkieferbeins.
) Der äußere Theil der Lederhaut des Auges zwischen dem obern und äußern geraden Augenmuskel.
ung:
Dreht das Auge um dieselbe senkrechte Achse wie er vorige Muskel, nur daß die Pupille dabei ıach oben und außen gerichtet wird.

C. Muskeln des Ohres.

ebemuskel des Ohres, musculus attollens auriculae (Taf. 6; 1_3, 2_4).

:
leber den Ohren.
tze:
) Der äußere Theil der Sehnenhaube.
) Der hintere obere Theil des Ohrknorpels.
ung:
Zieht das Ohr in die Höhe.

ückwärtszieher des Ohres, musculus retrahens auriculae (Taf. 6; 1_4, 2_5).

:
Hinter den Ohren.
itze:
a) Der Warzentheil des Schläfenbeins.
b) Die hintere, äußere Fläche der Ohrmuschel.
kung:
Zieht das Ohr nach hinten.
ch gibt es einen Vorzieher des Ohres, mus- attrahens auriculae, der vom Jochbogen nach vordern Theile der Ohrmuschel geht, hier aber eggenommen werden müssen, um darunter liegende e zu zeigen.

D. Muskeln der Nase.

1. Aufhebemuskel der Oberlippe und des Nasenflügels, musculus levator labii superioris alaeque nasi (Taf. 6; 4_2, 5_8, 6_{38}).

Lage:
Geht vom innern Augenwinkel zur Seite der Nase und zur Oberlippe herab.

Ansätze:
a) Der obere Theil des Nasenfortsatzes des Oberkieferbeins.
b) Für den kürzern Theil Knorpel und Haut der Nasenflügel, für den längern Theil die Haut der Oberlippe und der Schließmuskel des Mundes.

Der obere Ansatz wird von dem Schließmuskel der Augenlider bedeckt.

Wirkung:
Zieht die Nasenflügel und die Oberlippe zugleich in die Höhe.

2. Zusammendrücker der Nase, musculus compressor nasi (Taf. 6; 1_5, 2_6)

Lage:
An der Seite der Nasenflügel, von den Hebern der Oberlippe bedeckt.

Ansätze:
a) Die Gesichtsfläche des Oberkieferbeins über dem ersten Backzahn.
b) Der obere Theil des Nasenflügels.

Wirkung:
Drückt den Nasenflügel zusammen.

3. Der hohe Nasenmuskel des Santorin, musculus procerus nasi Santorini (Taf. 6; 1_6, 2_7).

Lage:
Auf dem Nasenrücken.

Ansätze:
a) Die Haut des Nasenrückens über der Nasenspitze und die sehnige Ausbreitung des Niederdrückers der Nase daselbst.
b) Die innern Fasern des Stirnmuskels.

Wirkung:
Zieht die Stirnhaut herab nach der Nase zu.

Erwähnen wollen wir nur noch den Niederdrücker der Nase, musculus depressor alae nasi, welcher neben dem Zusammendrücker der Nase liegt.

E. Muskeln der Lippen, des Kinnes und der Backen.

1. Schließmuskel des Mundes, musculus orbicularis oder sphincter oris (Taf. 6; 1_{11}, 2_{12}).

Lage:
Rings um die Mundöffnung in den Lippen.

Ansätze:
Entspringt von der äußern Haut, mit der er ziemlich fest verwachsen ist, ohne sich an einem Knochen zu befestigen.

Wirkung:
Schließt die Mundspalte und verändert deren Gestalt.

2. Der eigene Hebemuskel der Oberlippe, musculus levator labii superioris proprius (Taf. 6; 1_{10}, 2_{11}).

[Der Hebemuskel der Oberlippe und der Nasenflügel ist bereits bei der Nase abgehandelt worden.]

Lage:
Erstreckt sich vom untern Augenhöhlenrande, bedeckt von dem Schließmuskel der Augenlider, über das foramen infraorbitale weg zur Oberlippe.

Ansätze:
a) Der untere Augenhöhlenrand.
b) Die Oberlippe.
Wirkung:
Zieht die Oberlippe in die Höhe.
(Unter diesem Muskel liegt der Hebemuskel des Mundwinkels, musculus levator anguli oris.)

3. Kleiner Jochmuskel, musculus zygomaticus minor (Taf. 6; 1_8, 2_9).
Lage:
Theils nach außen von dem eigenen Hebemuskel der Oberlippe, theils denselben bedeckend.
Ansätze:
a) Die Gesichtsfläche des Jochbeins.
b) Die Oberlippe.
Wirkung:
Zieht die Oberlippe nach außen in die Höhe.

4. Großer Jochmuskel, musculus zygomaticus major (Taf. 6; 1_9, 2_{10}).
Lage:
Nach außen von dem kleinen Jochmuskel.
Ansätze:
a) Die Gesichtsfläche des Jochbeins.
b) Der Mundwinkel.
Wirkung:
Zieht den Mundwinkel schief nach außen in die Höhe.

5. Der Herabziehmuskel des Mundwinkels, musculus depressor anguli oris oder musculus triangularis menti (Taf. 6; 1_{12}, 2_{13}).
Lage:
Zu beiden Seiten des Kinns.
Ansätze:
a) Der untere Rand des Unterkiefers.
b) Der Mundwinkel.
Wirkung:
Zieht den Mundwinkel nach außen und unten.

6. Der Niederziehmuskel der Unterlippe, musculus depressor labii inferioris oder musculus quadratus menti (Taf. 6; 1_{13}, 2_{14}).
Lage:
Unter der Haut des Kinns, theils nach innen, theils unter dem Herabziehmuskel des Mundwinkels.
Ansätze:
a) Der untere Rand des Kinns.
b) Die Unterlippe.
Wirkung:
Zieht die Unterlippe nach abwärts.

7. Lachmuskel, musculus risorius Santorini (Taf. 6; 1_{14}).
Lage:
Nach außen vom Mundwinkel.
Ansätze:
a) Die Sehnenhaut des Kaumuskels und der Ohrspeicheldrüse.
b) Der Mundwinkel.
Wirkung:
Zieht den Mundwinkel nach außen.

8. Der Backen- oder Trompetermuskel, musculus buccinator (Taf. 6; 1_{16}, 2_{16}).
Lage:
Nach außen von dem Mundwinkel die Backe bildend.

Ansätze:
a) Der Flügelfortsatz des Keilbeins und
höhlenfortsätze des Ober- und
nach hinten vom zweiten Backzahn.
b) Der Schließmuskel des Mundwinkel
Fasern er sich verbirgt.
Wirkung:
Zieht die Mundwinkel und Lippen n
oder verengert die Mundhöhle, wenn
muskel des Mundes Widerstand leiste
(Die Schneidezahnmuskeln, musc
Cowperi, sind Fasern des Schließmuskels d
welche zum Zahnhöhlenfortsatz des Oberki
und sich in der Vertiefung zwischen den
des innern und äußern Schneidezahns ans

F. Muskeln des Unterkiefe

Kaumuskeln, musculi mandocat

Der Kaumuskel, musculus massete
1_{15}, 2_{15}).
Lage:
Bedeckt den hintern Theil des Unterki
Ansätze:
a) Der untere Rand des Jochbogens.
b) Die äußere hintere Fläche des
astes und die äußere Fläche
kieferwinkels.
Wirkung:
Zieht den Unterkiefer in die Höhe
nach vorn.
Als Kaumuskeln, welche auf den Abbildun
nicht haben sichtbar gemacht werden können,
wir noch:
den Schläfenmuskel, musculus
welcher an der Halbkreisförmigen Lin
Schläfenwand des Schädels sich ansetzt,
nenfortsatz des Unterkiefers geht, und
kiefer in die Höhe, sowie, wenn dersel
zogen ist, nach rückwärts zieht. Der
von der Schläfenfascie, fascia oder
temporalis (Taf 6; 1_{20}) bedeckt, welch
Platten besteht, einer oberflächlichen
tiefen, und die nach oben mit der Se
in Verbindung tritt, und an der halbkre
Linie, der Stirnbeinleiste und an dem
angewachsen ist;
den innern Flügelmuskel, muscu
goideus internus, welcher von der G
dem Haken des Flügelfortsatzes des
und dem Pyramidenfortsatz des Ga
zur innern Fläche des Unterkieferwi
und den Unterkiefer in die Höhe, und
einseitig wirkt, zugleich etwas nach
seiner Seite zieht;
und den äußern Flügelmuskel,
pterygoideus externus, welcher von de
Flügel des Keilbeinfortsatzes für den ei
und von dem Oberkieferhöcker sowie d
Fläche des großen Flügels des Keilbein
andern Kopf zur innern Seite des H
Gelenkfortsatzes des Unterkiefers geht
selben, wenn der Muskel einseitig wirkt,
und nach vorn zieht; wenn jedoch beide
zu gleicher Zeit wirken, wird derselbe ge
vorn gezogen.

II. Muskeln am Halse.

Die Muskeln am Halse sind in zwei Schi
lagert, in eine oberflächliche und in ein

Muskeln der ersten Schicht zerfallen wiederum in Lagen, in eine vordere und hintere. Die re Lage befindet sich unmittelbar unter der Haut, nd die hintere sich oberhalb und unterhalb des nbeins ansetzt. Die tiefere Schicht liegt hinter Zungenbein, dem Kehlkopf und der Luft- und eröhre, unmittelbar vor und zur Seite des Halsörpers.

sonders zu erwähnen ist noch die Faserhaut Halses, fascia colli, welche in zwei Blätter lt, von denen das eine unter dem breiten Halsel weggeht, während das andere mit einer vordern te sich hinter dem oberflächlichen, mit einer hintern te vor der tiefern Schicht der Halsmuskeln hin.

Oberflächliche Schicht der Halsmuskeln.

a) Vordere Lage.

Breiter Halsmuskel, musculus latissimus, subcutaneus colli oder platysma myoides (Taf. 6; 1_{17}).

ge:
Befindet sich unmittelbar unter der Haut des Halses an der vordern und seitlichen Fläche desselben, von dem obern Theile der Brust bis zum Unterkiefer emporsteigend.

fätze:
a) Die Sehnenhaut des großen Brustmuskels in der Höhe der zweiten Rippe, und die Sehnenhaut des Deltamuskels.
b) Der Rand des Unterkiefers, sowie die Gesichtshaut und die Fascien des Kaumuskels und der Ohrspeicheldrüse.

rkung:
Zieht den Unterkiefer nach abwärts, und wenn dieser befestigt ist, die Haut des untern Theils des Halses in die Höhe.

Kopfnicker, musculus sterno cleido-mastoideus Taf. 6; 1_{18}, 2_{17}. Taf. 7; 1_1, 2_1. Taf. 8; 1_1).

ge:
Derselbe liegt zu beiden Seiten des Halses, indem er schräg von oben, außen und hinten, nach unten, innen und vorn geht.

fätze:
a) Der Warzenfortsatz des Schläfenbeins und der äußere Theil der obern halbkreisförmigen Linie des Hinterhauptsbeins.
b) Der Handgriff des Brustbeins, an welchen sich der schmälere Theil, und das Brustbeinende des Schlüsselbeins, an welches sich der breitere Theil ansetzt.

irkung:
Wenn beide Muskeln gleichzeitig wirken, strecken sie den Kopf, wirkt dagegen nur der eine, so dreht er das Gesicht nach der entgegengesetzten, und zieht den Kopf gegen die Schulter seiner Seite.

b) Hintere Lage.

α. Unter dem Zungenbein.

Brust-Zungenbeinmuskel, musculus sternohyoideus (Taf. 6; 2_{25}. Taf. 7; 1_7).

ige:
Zu beiden Seiten der Mittellinie des Halses, vom Brustbein zum Zungenbein gehend.

Ansätze:
a) Die hintere obere Fläche des Handgriffs des Brustbeins, sowie das Brustbeinende des Schlüsselbeins und der Knorpel der ersten Rippe, beide letzteren Theile nur aus wenigen Fasern bestehend.
b) Der untere mittlere Theil der vordern Fläche des Körpers des Zungenbeins.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein und die mit demselben verbundenen Theile nach abwärts.

2. **Der Brustbein-Schildknorpelmuskel**, musculus sterno-thyreoideus, hat erst auf der folgenden Tafel sichtbar gemacht werden können (s. deshalb Taf. 7; 1_8).

Lage:
Unmittelbar unter dem Brust-Zungenbeinmuskel.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche des Handgriffs des Brustbeins und der Knorpel der ersten Rippe.
b) Die schiefe Linie, linea obliqua, an der vordern Fläche des Schildknorpels.

Wirkung:
Zieht den Kehlkopf und das mit diesem verbundene Zungenbein nach abwärts.

3. **Zungenbein-Schildknorpelmuskel**, musculus hyothyreoideus (Taf. 6; 2_{26}. Taf. 7; 1_{10}. Taf. 8; 1_{10}.)

Lage:
Unter dem obern Theile des Brust-Zungenbeinmuskels, zwischen Kehlkopf und Zungenbein.

Ansätze:
a) Der untere Rand des Körpers des Zungenbeins.
b) Die schiefe Linie des Kehlkopfs.

Wirkung:
Nähert das Zungenbein dem Kehlkopf, wenn dieser befestigt, und umgekehrt.

4. **Schulter-Zungenbeinmuskel**, musculus omohyoideus (Taf. 6; 2_{24}. Taf. 8; 1_9).

Lage:
An der Seite der vorher erwähnten Halsmuskeln der hintern Lage, unter dem Kopfnicker und sich mit demselben kreuzend, vom Schulterblatt, außen, hinten und unten, nach innen, vorn und oben zum Zungenbein gehend.

Ansätze:
a) Der obere Rand des Schulterblattes, unmittelbar neben dem Schulterblatteinschnitt.
b) Der äußere untere Theil des Körpers des Zungenbeins.

Wirkung:
Wirken beide Muskeln zugleich, so ziehen sie das Zungenbein nach unten und etwas nach rückwärts; wirkt der Muskel einer Seite allein, so zieht er das Zungenbein nach seiner Seite.

β. Ueber dem Zungenbein.

1. **Zweibäuchiger Kiefermuskel**, musculus digastricus oder musculus biventer maxillae inferioris (Taf. 6; 2_{27}. Taf. 7; 1_3. Taf. 8; 1_3).

Lage:
Der Muskel ist in zwei durch eine Sehne verbundene Bäuche getheilt, von denen der hintere vom obern Theile des Kopfnickers bedeckt ist, während der vordere unter dem breiten Halsmuskel liegt.

Ansätze:
a) Der hintere Bauch im Warzeneinschnitt des Schläfenbeins.
b) Der vordere Bauch am untern Rande des Kinnes, während die verbindende Sehne durch ein fibröses Band mit dem Zungenbein verbunden ist, sodaß beide Bäuche in einen stumpfen Winkel gegeneinander gerichtet sind.

Wirkung:
Bei fixirtem Unterkiefer ziehen sie das Zungenbein in die Höhe, während umgekehrt jener vom Oberkiefer abgezogen und so der Mund geöffnet wird.

2. Kiefer-Zungenbeinmuskel, musculus mylohyoideus (Taf. 6; 2_{28}, 3_{24}. Taf. 7; 1_4. Taf. 8; 1_4).

Lage:
Ueber dem zweibäuchigen Kiefermuskel, den Boden der Mundhöhle mit bilden helfend.

Ansätze:
a) Die innere gebogene Linie des Unterkiefers.
b) Der Körper des Zungenbeins, an welchen sich die hintern Fasern ansetzen, während die schräg herab und nach innen gehenden Bündel des Muskels beider Seiten sich in einer geraden, von der Mitte des Unterkiefers bis zum Zungenbein gehenden Linie vereinigen.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein in die Höhe und verengt die Mundhöhle.

3. Kinn-Zungenbeinmuskel, musculus geniohyoideus (Taf. 6; 3_{25}. Taf. 8; 1_5).

Lage:
Ueber dem Kiefer-Zungenbeinmuskel.

Ansätze:
a) Der innere Kinnstachel.
b) Der obere mittlere Theil des Zungenbeinkörpers.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein nach vorn und in die Höhe.

4. Griffel-Zungenbeinmuskel, musculus stylohyoideus. Hat auf dieser Tafel nicht zur Darstellung gelangen können (s. Taf. 7, Fig. 1_6).

Lage:
Zum Theil hinter dem hintern Bauche des zweibäuchigen Kiefermuskels, von dessen die beiden Bäuche vereinigender Sehne sein vorderer unterer Theil durchbohrt wird.

Ansätze:
a) Der äußere Umfang der Basis des Griffelfortsatzes.
b) Der äußere Rand des Zungenbeinkörpers.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein in die Höhe und etwas nach hinten.

γ. Muskeln der Zunge, des Schlundkopfs, des Gaumens und des Kehlkopfs.

Die hier zu beschreibenden Muskeln gehören nicht unmittelbar zur hintern Lage der oberflächlichen Schicht der Halsmuskeln, sie bilden vielmehr ein System für sich und schließen sich nur topographisch den vorgehend erwähnten Halsmuskeln an. Sie gliedern sich in Muskeln der Zunge, Muskeln des Schlundkopfs, Muskeln des Gaumens und Muskeln des Kehlkopfs.

αα. Muskeln der Zunge.

Die Zunge, lingua oder glossa (Taf. 6; 3_{10}), ist ein muskulöser Körper, welcher auf dem Boden der Mundhöhle über den im Vorstehenden erwähnten Muskeln liegt. Man unterscheidet an ihr den hintersten Theil, die Zungenwurzel, radix oder basis linguae, welcher mit dem Zungenbein verbunden ist, daran sich anschließend den Zungenrücken, dorsum linguae, welcher als eine gewölbte Fläche frei in der Mundhöhle liegt, und den vordern Theil, die Zungenspitze, apex linguae. Weiter hat man an der Zunge die beiden Seitenränder und die untere Fläche, welche letztere zum größten Theil an den Boden der Mundhöhle angewachsen ist und nach vorn durch eine Falte der Mundschleimhaut, das Zungenbändchen, frenulum linguae (Taf. 6; 3_{11}), befestigt wird.

Auf dem Zungenrücken befinden sich zahlreiche kleine Erhabenheiten, die Zungen- und Geschmackswärzchen, papillae linguae, sowie Schleim- und Balgdrüsen; ferner gehen in die Zunge zahlreiche Blutgefäße und Nerven, von welchen letztern der Zungen-Schlundkopfnerv die Geschmacksempfindung vermittelt.

Den Hauptbestandtheil der Zunge bilden Muskelfasern, die in verschiedenen Richtungen verlaufen; danach unterscheidet man folgende Muskeln:

1. Längsmuskel der Zunge, musculus lingualis (Taf. 6; 3_{10}).

Lage:
Dieser Muskel bildet die Hauptmasse der Zungensubstanz und liegt in der Richtung von der Zungenspitze zur Zungenwurzel; in seinem Verlauf wird er von den Fasern der übrigen Zungenmuskeln durchsetzt.

Wirkung:
Er verkürzt die Zunge.

2. Quermuskel der Zunge, musculus transversus linguae.

Lage:
Die Fasern des Quermuskels kreuzen die des Längsmuskels der Zunge und stehen somit auf diesem senkrecht.

Ansätze:
Der Quermuskel entspringt zu beiden Seiten der die Zunge in zwei gleiche Hälften theilenden bindegewebigen Scheidewand, septum linguae, und geht nach den Rändern der Zunge.

Wirkung:
Er nähert bei seinem Zusammenziehen die beiden Seitenränder der Zunge, sodaß dieselbe sich verschmälert.

3. Zungenbein-Zungenmuskel, musculus hyoglossus. (Hat auf dieser Tafel nicht dargestellt werden können, s. deshalb Taf. 7; 1_5 und Taf. 8; 1_7, 2_7.)

Lage:
Unmittelbar über dem Kiefer-Zungenbeinmuskel.

Ansätze:
a) Der Körper sowie das große und kleine Horn des Zungenbeins, nach welchen verschiedenen Ansätzen man einen musculus baseoglossus, keratoglossus und chondroglossus unterscheidet.

Gebt nach der Zungenwurzel, woselbst er sich mit dem Längsmuskel der Zunge verwebt.

ng:
ht die Zunge abwärts und etwas nach hinten.
n-Zungenbeinmuskel, musculus genio-
ssus (Taf. 6; 3_{20} und Taf. 8; 1_8, 2_3).

mittelbar unter der Zunge.

:
Der innere Kinnstachel.
Geht zur Zungenwurzel und verschmilzt mit dem Längsmuskel der Zunge.
ng:
ht die Zunge nach vorwärts.
ffel-Zungenmuskel, musculus styloglossus (s. Taf. 8; 2_1).

nter dem Griffel-Zungenbeinmuskel, zur Seite s Zungenbein-Zungenmuskels.
e:
Die Spitze des Griffelfortsatzes.
Der Zungenrand, in dem er sich verliert.
ng:
ht die Zunge nach hinten und in die Höhe.

ß. Muskeln des Schlundkopfes.

Schlundkopf, pharynx (Taf. 6; 3_{16}. Taf. 9; t ein länglicher muskulöser Sack, welcher vor den n Halswirbeln liegt und nach vorn mit der Nasen- ndhöhle, sowie mit dem Kehlkopf in Verbindung lach oben setzt er sich an die Basis des Schädels, an die flügelförmigen Fortsätze des Keilbeins, Unterkiefer, das Zungenbein und an den Kehl- Durch die hintere Nasenöffnung, choanae steht er mit der Nasenhöhle, durch die Rachen- isthmus faucium (Taf. 6; 3_{18}), mit der Mund- n Verbindung. Der hintere, der Wirbelsäule r Basis des Schädels zugekehrte Theil heißt chen, fauces.

Schlundkopf besteht vorzugsweise aus Muskelfa- lche den Schlundkopfschnürer, musculi con- es pharyngis, bilden. Derselbe läßt sich in drei ngen sondern; den obern, mittlern und un- Schlundkopfschnürer, constrictor pharyngis r (Taf. 8; 2_4), medius und inferior. An letztern h unmittelbar die Speiseröhre oder der rd, oesophagus (Taf. 6; 3_{19}), an, ein muskulöser er von dem sechsten Halswirbel beginnt und hinter röhre zum Magen herabsteigt; derselbe besteht ier muskulösen Längs- und Ringfaserschicht, wie der Schlundkopf mit Schleimhaut aus- ist.

hnen wollen wir nur noch den Griffel- ndkopfmuskel, musculus stylo-pharyngeus vator pharyngis, welcher vom Griffelfortsatz Schläfenbeins zum obern und mittlern Theil hlundkopfes geht und denselben in die Höhe

γγ. Muskeln des Gaumens.

Gaumen, palatum, zerfällt in den harten öchernen Gaumen, palatum durum, welchen reits bei Betrachtung der Knochen behandelt und in den weichen Gaumen, das Gaumen- oder den Gaumenvorhang, palatum molle mobile, auch velum palatinum (Taf. 6; 3_1. 11 l'). Derselbe hängt vom hintern Rande rten Gaumens schräg nach hinten herab und n der obern Fläche von der Nasen-, an der Fläche aber von der Mundschleimhaut gebildet, zwischen welchen Schleimhautplatten mehrere Muskeln liegen.

In der Mitte vom Gaumensegel hängt das Zäpfchen, uvula (Taf. 6; 3_{13}. Taf. 9; 11 l) herab, in welchem der Zäpfchenmuskel, musculus azygos uvulae, eingebettet liegt. Derselbe setzt sich an den hintern Nasenstachel und verliert sich in der Spitze des Zäpfchens. Er verkürzt das Zäpfchen, krümmt es und zieht es in die Höhe.

Auf jeder Seite des Zäpfchens befinden sich zwei nach abwärts gehende bogenförmige Falten, die Gaumenbögen, arcus palatini (Taf. 6; 3_{15}, 3_{16}), welche die Rachenenge, isthmus faucium (Taf. 6; 3_{18}), bilden. Der vordere der Bogen hängt mit der Zungenwurzel zusammen und bildet den Zungen-Gaumenbogen, arcus glosso-palatinus (Taf. 6; 3_{15}), in welchem der Zungen-Gaumenmuskel, musculus glosso-palatinus oder constrictor isthmi faucium (Taf. 9; 1_1), liegt; derselbe geht vom seitlichen Rande der Zungenwurzel aus im Bogen nach dem Zäpfchen hin und zieht den weichen Gaumen gegen die Zunge herab, wobei er zugleich den Rachen verengt. Der hintere Bogen, der Schlundkopf-Gaumenbogen, arcus pharyngo-palatinus (Taf. 6; 3_{16}), enthält den Rachenschnürer oder Schlundkopf-Gaumenmuskel, musculus pharyngo-palatinus (Taf. 9; 1_2), welcher von der seitlichen Wand des Schlundkopfes ausgehend sich gleichfalls zwischen den Platten des weichen Gaumens verbirgt und denselben herabzieht.

Nur dem Namen nach erwähnen wir hier noch den Gaumenheber, musculus levator palati mollis, und den Gaumenspanner, musculus circumflexus oder tensor palati mollis, deren Wirkung schon aus dem Namen erkennbar ist, und welche von der Eustachischen Trompete, deren Oeffnung Taf. 6; 3_{17} sichtbar ist, sowie ersterer auch noch von dem Felsentheile des Schläfenbeins, letzterer dagegen von der Spina angularis des Keilbeins herab zum weichen Gaumen gehen und sich daselbst zwischen den Schleimhautplatten verlieren, nachdem sich der Gaumenspanner zuvor um den Haken der innern Platte der flügelförmigen Fortsätze des Keilbeins geschlungen hat.

Zwischen den Gaumenbögen liegen die Mandeln, tonsillae, und zwar eine rechte (Taf. 6; 3_{12}. Taf. 9; 11) und eine linke. Dieselben sind drüsige Organe von plattrundlicher Gestalt und bestehen aus Bindegewebe und sogenannten geschlossenen Follikeln, sowie Blutgefäßen und Nerven.

88. Muskeln des Kehlkopfes.

Der Kehlkopf, larynx, auch organon vocis (Taf. 6; 3X, 3Y, 3Y', sowie Taf. 8; 2G, 2H und Taf. 9; 1M, 1N, 1O), bildet den obersten Theil der Luftröhre und liegt in der Mitte des vordern Theils des Halses, zwischen dem Zungen- und Brustbein, vor dem untern Theile des Schlundkopfes, vom vierten bis sechsten Halswirbel. Er wird von sieben Knorpeln gebildet, die durch Bänder miteinander verbunden sind und durch Muskeln bewegt werden können. In der Höhle derselben befinden sich die Stimmbänder, welche die Stimmritze bilden, die durch den Kehldeckel geschlossen wird.

Die Knorpel des Kehlkopfes sind:

1. Der Schildknorpel, cartilago thyreoidea (Taf. 6; 3Y. Taf. 8; 1C, 2G. Taf. 9; 1M), ist der größte der Knorpel des Kehlkopfes, dessen Haupttheil, die vordere und seitliche Wand, er einnimmt. Er ist aus zwei länglich viereckigen, nach unten etwas schmälern Hälften gebildet, die vorn von der Mittellinie, in welcher sie unter einem stumpfen, etwas ab-

gerundeten Winkel zusammenstoßen, dessen hervorragendster Theil der Adamsapfel, pomum Adami, heißt, schräg nach hinten und außen gehen. An der äußern convexen Fläche jeder Hälfte befindet sich die schiefe Linie, linea obliqua, an welche sich der Brustbein-Schildknorpel- und Zungenbein-Schildknorpelmuskel ansetzen. An der innern concaven Seite des Kehlkopfs sind der Kehldeckel und die Stimmritzenbänder befestigt. Der obere Rand des Schildknorpels, welcher gegen das Zungenbein gerichtet ist, hat in seiner Mitte einen Einschnitt, den Schildknorpeleinschnitt, incisura thyreoidea, von welchem der obere Rand bogenförmig nach hinten und außen geht. Der untere Rand sieht gegen den Ringknorpel. Die beiden seitlichen Ränder, welche den Schildknorpel nach hinten begrenzen, laufen oben und unten in eine zapfenförmige Verlängerung aus, in die obern längern und untern kürzern dickern Hörner, cornua superiora oder majora und cornua inferiora oder minora.

2. Der Ringknorpel, cartilago cricoidea oder annularis (Taf. 6; 3Y'. Taf. 8; 2H. Taf. 9; 1N), hat die Gestalt eines Siegelringes, dessen vordere, niedrigere Hälfte, den Bogen, arcus, des Ringes darstellt, während der hintere höhere Theil das Schild oder die Platte, lamina, desselben bildet. Der Bogen, mit der convexen Seite nach vorn gekehrt, liegt unter dem untern Rande des Schildknorpels. An jeder Seite befindet sich eine flache Gelenkgrube für die untern Hörner des Schildknorpels. Die Platte des Ringknorpels ist nach hinten gekehrt, wo sie den Kehlkopf begrenzen hilft und nach oben sich zwischen die hintern Ränder des Schildknorpels einschiebt. Auf dem obern Rande der Platte befinden sich zwei Gelenkflächen für die Gießkannenknorpel. Der untere Rand des Ringknorpels hängt mit der Luftröhre zusammen.

3. Die Gießkannenknorpel, cartilagines arytaenoideae oder pyramidales, zwei Stück, sitzen auf dem obern Rande der Platte nebeneinander und bilden die hintere Wand des Kehlkopfes. Sie haben die Gestalt einer dreiseitigen, nach hinten gekrümmten und mit der Spitze nach oben stehenden Pyramide; sie sind durch eine schmale Spalte voneinander getrennt und tragen an der vordern Ecke der Basis den Stimmbandfortsatz, processus vocalis, an der äußern Ecke der Basis aber den Muskelfortsatz, processus muscularis.

4. Die Santorinischen Knorpel, cartilagines oder corpuscula, auch cornicula Santoriniana, sind zwei kleine dreiecige Knöpfchen, die sich an die Spitzen der Gießkannenknorpel ansetzen.

5. Der Kehldeckel, epiglottis (Taf. 6; 3X. Taf. 9; 1O), ist eine dünne, herzförmige und sattelförmig gekrümmte Knorpelplatte, welche, an der concaven Seite des Schildknorpelwinkels mit ihrer Spitze befestigt, in aufrechter und etwas schräg nach hinten gerichteter Stellung dicht unter der Zungenwurzel hinter dem Schildknorpel und Zungenbein ihre Lage hat und einen aufstehenden Deckel über der Höhle des Kehlkopfes bildet, dessen freier oberer Rand gebogen und in seiner Mitte etwas ausgeschnitten ist.

Von den zahlreichen Bändern erwähnen wir nur die auf unsern Abbildungen sichtbaren; es sind:

1. Das Zungenbein-Schildknorpelband, ligamentum hyo-thyreoideum (Taf. 6; 3_2. Taf. 8; 2N. Taf. 9; 1S), füllt den Raum zwischen Schildknorpel und Zungenbein aus und heißt dann auch mittleres Zungenbein-Schildknorpelband, ligamentum hyo-thyreoideum medium, im Gegensatz zu den beiden seitlichen Zungenbein-Schildknorpelbändern, ligamenta hyo-thyreoidea lateralia, von den obern Hörnern des Schildknorpels zu stärkere Stränge zu den Knöpfchen der großen des Zungenbeins gehen.

2. Das Zungenbein-Kehldeckelbandmentum hyo-epiglotticum (Taf. 6; 3_3), der hintern Fläche des Zungenbeinkörpers Fläche des Kehldeckels geht.

3. Das Schildknorpel-Kehldeckelbandmentum thyreo-epiglotticum (Taf. 9; 1T von der hintern Fläche des Schildknorpels Fläche des Kehldeckels geht.

4. Das Ring-Schildknorpelband, crico-thyreoideum (Taf. 8; 2P. Taf. 9; den Raum zwischen dem untern Rand knorpels und dem obern des Bogens des aus und heißt dann auch mittleres Ring-knorpelband, ligamentum crico-thyreoidium, während die Kapselbänder, welche Hörner des Schildknorpels mit der Gelenkfläche des Bogens des Ringknorpels verbinden, Ring-Schildknorpelbänder, ligamenta thyreoidea lateralia, bezeichnet werden.

5. Die Stimmbänder oder Stimmbänder, ligamenta glottidis oder ligamenta (Taf. 6; 3_1), sind der Zahl nach vier, der hintern Fläche des Schildknorpels und des Gießkannenknorpels ausgespannt sind. bänder bilden je zwei Paare, und zwar:

a) Die obern Stimmbänder, Stimmbänder genannt, ligamenta thyreoidea superiora oder auch ligamenta glottidis. Sie liegen unmittelbar unter dem Kehldeckel von der innern Fläche des Winkels des Schildknorpels sich etwas voneinander entfernend rückwärts zum Stimmfortsatz des Gießkannenknorpels.

b) Die untern Stimmbänder, Stimmbänder genannt, ligamenta arytaenoidea inferiora oder ligamenta glottidis, liegen unter den vorigen und haben festigungspunkte, nur ein wenig tiefer als

Zwischen den Stimmbändern der rechten linken Seite bleibt eine längliche Spalte, ritze, glottis oder rima glottidis, welche und hinten weiter ist, und verengt werden kann.

Zwischen den obern und untern Stimmbändern findet sich auf jeder Seite eine Ausstülpung Schleimhaut, welche Morgagni'sche Tasche, triculus Morgagni, genannt wird.

Was die Muskeln des Kehlkopfes sind außer denen, welche die Lage des verändern und die wir schon bei der der oberflächlichen Schicht der Halsmuskeln haben, noch Muskeln vorhanden, welche Knorpel des Kehlkopfes bewegen. Die Kehlkopf eigenthümlichen Muskeln, proprii laryngis, geht schon aus deren vor, sodaß wir sie hier nur aufzählen wollen, sie nicht zur Darstellung haben gelangen können:

1. Die Ring-Schildknorpelmuskeln, crico-thyreoidei.
2. Die hintern Ring-Gießkannenmuskeln, musculi crico-arytaenoidei.
3. Die seitlichen Ring-Gießkannenmuskeln, musculi crico-arytaenoidei.
4. Die Schild-Gießkannenknorpelmuskeln musculi thyreo-arytaenoidei.
5. Die schiefen Gießkannenknorpelmuskeln musculi arytaenoidei obliqui.

ie Gießkannenknorpel-Kehldeckelmuskeln, musculi arytaenoidei-epiglottici.

er quere Gießkannenknorpelmuskel, musculus arytaenoideus transversus, geht vom äußern Rand des einen Gießkannenknorpels quer zum äußern Rand des andern Gießkannenknorpels.

ie Schildknorpel-Kehldeckelmuskeln, musculi thyreo-epiglottici.

ıer vordern Seite des Halses, unterhalb der es Schildknorpels, liegt auch die Schilddrüse, a thyreoidea (Taf. 6; 3_{20}. Taf. 7; 1_1. Taf. 8; 1T); kt den Bogen des Ringknorpels sowie das obere ıer Luftröhre von vorn und von der Seite. teht aus zwei Hörnern oder Seitenlappen, er cornua, welche durch einen schmälern Theil ımus glandulae thyreoideae miteinander verwerden.

Kehlkopf gehen Bänder zur Schilddrüse, die ngebänder der Schilddrüse, ligamenta soria glandulae thyreoideae (Taf. 8; 1P).

ittelbar an den Kehlkopf stößt die Luftröhre, oder arteria aspera (Taf. 6; 3Z. Taf. 8; Taf. 9; 1P'). Dieselbe besteht aus 17 bis 20 ınder liegenden halbmondförmigen Knorpeln, ch elastische Fasern sowie durch eine Muskelleinhaut zu einer Röhre zusammengefügt werden, an ihrem vordern Umfange gewölbt ist, an der Seite aber platt durch eine Membran (Taf. 9; 1V) sen wird und vor den Körpern des sechsten ten Halswirbels liegt. Dicht hinter der Luftbefindet sich die Speiseröhre, oesophagus ; 3_{19}), die aber in der Gegend des siebenten rbels etwas nach links neben der Luftröhre eht. Der oberste Knorpel der Luftröhre wird das Ring-Luftröhrenband, ligamentum icheale, mit dem Ringknorpel des Kehlkopfs den. Das untere Ende spaltet sich vor dem des dritten Brustwirbels (vgl. Taf. 9; 1) in este, Luftröhrenäste, bronchi.

einzelnen C-förmigen Knorpel der Luftröhre heißen ohrenringe, annuli cartilaginei tracheae ; 3Z. Taf. 8; 1D, 27), und sind die untern n Enden est gespalten.

. Tiefe Schicht der Halsmuskeln.

tiefen Halsmuskeln lassen sich in zwei n trennen, in solche, welche an der vordern der Halswirbel, und solche, welche an der Seite lswirbel liegen.

Tiefe Halsmuskeln an der vordern Fläche der Halswirbel.

nger Halsmuskel, musculus longus colli (Taf. 9; 1_8).

n der vordern Fläche der Hals- und obersten rustwirbel.

ie:

Die innerste Portion entspringt vom Körper des dritten Brustwirbels, erhält Verstärkungsfasern von den höher gelegenen Wirbeln und endet am Körper des Umdrehers.

) Die unterste äußere Portion entspringt seitlich vom Körper des zweiten und dritten Halswirbels und geht zum vordern Rande der Querfortsätze der zwei bis drei letzten Halswirbel.

) Die obere äußere Portion entspringt vom Querfortsatz des dritten und vierten Halswirbels und geht zum tuberculum anticum des Trägers.

Wirkung:

Ziehen sich alle drei Portionen des Muskels zu gleicher Zeit zusammen, so beugen sie die Halswirbelsäule und mit ihr den Kopf nach vorn.

2. Der vordere größere gerade Kopfmuskel, musculus rectus capitis anticus major.

3. Der vordere kleine gerade Kopfmuskel, musculus rectus capitis anticus minor.

Diese beiden Muskeln liegen nach außen am langen Halsmuskel und unterstützen denselben in seiner Wirkung.

b) Tiefe Halsmuskeln an der Seite der Halswirbel.

1. Der seitliche gerade Kopfmuskel, musculus rectus capitis lateralis.

Liegt zwischen dem Querfortsatze des Trägers und dem Hinterhauptsbein.

2. Vorderer Rippenhalter, musculus scalenus anticus (Taf. 6; 1_{23}, 2_{23}, 3_{27}. Taf. 7; 1_{11}, 2_3. Taf. 8; 1_{10}).

Lage:

An der Seite des Halses.

Ansätze:

a) Die vordere Seite der Enden der Querfortsätze des dritten bis sechsten Halswirbels.

b) Der obere Rand der ersten Rippe.

Wirkung:

Ist die Wirbelsäule festgestellt, so zieht er die erste Rippe in die Höhe, umgekehrt beugt er den Hals nach seiner Seite, oder macht ihn gerade, wenn er nach der andern Seite gebeugt ist.

3. Mittlerer Rippenhalter, musculus scalenus medius (Taf. 6; 2_{23}. Taf. 7; 1_{11}, 2_3. Taf. 8; 1_{11}).

Lage:

Hinter dem vordern Rippenhalter, von welchem er durch die Schlüsselbeinschlagader und das Armnervengeflecht, die zwischen beiden Muskeln hindurchgehen, getrennt wird.

Ansätze:

a) Der hintere Höcker der Querfortsätze aller sieben Halswirbel.

b) Der obere Rand der ersten Rippe.

Wirkung:

Ganz die des vorigen Muskels.

4. Hinterer Rippenhalter, musculus scalenus posticus (Taf. 6; 2_{23}).

Lage:

Hinter dem mittlern Rippenhalter.

Ansätze:

a) Der hintere Höcker der Querfortsätze des fünften bis siebenten Halswirbels.

b) Der hintere Theil der zweiten Rippe.

Wirkung:

Hebt die zweite Rippe in die Höhe, oder beugt den Hals nach seiner Seite.

III. Schultermuskeln.

Die auf dieser Tafel dargestellten Schultermuskeln werden bei den Muskeln der obern Extremität auf Tafel 13 besprochen, siehe deshalb wegen des

1. Deltamuskels, musculus deltoideus (Taf. 6, 1_{25}), S 114;
2. Untergrätenmuskels, musculus infraspinatus (Taf. 6; 2_{21}), S 114;

IV. Nackenmuskeln.

Die Erklärung der Nackenmuskeln dieser Tafel befindet sich bei der der Rückenmuskeln auf Taf. 9, siehe deshalb wegen des

1. Kappenmuskels, musculus cucullaris (Taf. 6; 1_{19}), S 92;
2. Bauschmuskels des Kopfes, musculus splenius capitis (Taf. 6; 1_{20}, 2_{19}), S 93;
3. Bauschmuskels des Halses, musculus splenius colli (Taf. 6; 1_{21}, 2_{20}), S 93;
4. zweibäuchigen Nackenmuskels, musculus biventer cervicis (Taf. 6; 2_{18}), S 93;
5. Schulterblattthebers, musculus levator anguli scapulae (Taf. 6; 1_{22}, 2_{21}), S 93;
6. kleinen Rückenmuskels, musculus rhomboideus minor (Taf. 6; 2_{22}), S 93.

Blutgefäße des Halses und Kopfes.

Es ist hier unmöglich und würde dem Zwecke dieser Blätter durchaus nicht entsprechen, wenn wir alle einzelnen Blutgefäße aufzählen und namhaft machen wollten; wir beschränken uns deshalb nur auf die vorzüglichern und heben nur die hervor, die auf den Tafeln sichtbar und zur Anschauung gelangt sind.

I. Pulsadern.

Sämmtliche Gefäße des Halses und Kopfes gehen aus den drei Pulsadern hervor, welche im Bogen der großen Körperpulsader, arcus aortae (Taf. 6; 3a. Taf. 8; 2a. Taf. 9; 1a), ihren Ursprung haben.

Es sind dies:

1. Die ungenannte Pulsader, arteria anonyma oder innominata (Taf. 6; 3b. Taf. 8; 1a, 2b. Taf. 9; 1c), welche sich in zwei Zweige theilt, in
   a) die rechte gemeinschaftliche Kopfschlagader, arteria carotis communis dextra (Taf. 7; 1a. Taf. 8; 1b. Taf. 9; 1d), und in
   b) die rechte Schlüsselbeinpulsader, arteria subclavia dextra (Taf. 8; 1d. Taf. 9; 1e).
2. Die linke gemeinschaftliche Kopfschlagader, arteria carotis communis sinistra (Taf. 8; 1c, 2c. Taf. 9; 1m).
3. Die linke Schlüsselbeinpulsader, arteria subclavia sinistra (Taf. 6; 2d. Taf. 7; 2c. Taf. 8; 1e, 2d. Taf. 9; 1n).

Die gemeinschaftliche Kopfschlagader.

Die gemeinschaftliche Kopfschlagader, arteria carotis communis, entspringt, wie wir gesehen haben, rechts aus der ungenannten Pulsader, links unmittelbar aus dem Bogen der Aorta. Sie theilt sich in zwei Aeste, in:

I. Die äußere Kopfpulsader, carotis externa oder facialis (Taf. 6; 1a, 2a. Taf. 7; 1b), und in

II. Die innere Kopfpulsader, carotis interna oder cerebralis (Taf. 6; 2b, 3c, 5_{18}. Taf. 7; 1c, 2a).

I. Zweige der äußern Kopfpulsader:

1. Obere Schilddrüsenpulsader, arteria thyreoidea superior (Taf. 6; 2c. Taf. 7; 1d. Taf. 8; 1f).
2. Zungenpulsader, arteria lingualis (Taf. 6; 1d. Taf. 7; 1e. Taf. 8; 1g).
3. Antlitzpulsader, arteria maxillaris externa oder facialis (Taf. 6; 2e. Taf. 7; 1f. Taf. 8; 1h).

Letztgenannte Pulsader gibt wieder folgende bemerkenswerthe Zweige ab:

a) Die Unterkinnpulsader, arteria submentalis (Taf. 6; 2f).
b) Die Kranzpulsadern der Lippen, arteriae coronariae labiorum (Taf. 6; 1b, 1[illegible]), diese sind wieder eine
   α) Kranzpulsader der Unterlippe, arteria coronaria labii inferioris, und arteria labialis inferior, und
   β) Kranzpulsader der Oberlippe, arteria coronaria labii superioris.
c) Die Augenwinkel-Pulsader, arteria angularis oder nasalis lateralis (Taf. [illegible]).
d) Die Hinterhauptspulsader, arteria occipitalis (Taf. 6; 1d, 2i).
e) Die hintere Ohrpulsader, arteria auricularis posterior (Taf. 6; 1e, 2h).
f) Die Schläfenpulsader, arteria temporalis (Taf. 6; 1f, 2l).

Aus dieser gehen hervor die Zweige:

α) Die quere Antlitzpulsader, arteria transversa faciei (Taf. 6; 1[illegible]).
β) Der Stirnzweig oder vordere, ramus frontalis oder anterior (Taf. 6; 1h, 2h).
γ) Der Hinterhauptszweig, ramus occipitalis oder posterior (Taf. 6; 1i, 2o).

g) Die innere Kieferpulsader, arteria maxillaris interna (Taf. 6; 2p).

II. Zweige der innern Kopfpulsader:

1. Augenpulsader, arteria ophthalmica (Taf. 6; 3e, 4_{13}, 6_{14}).

Diese gibt wiederum folgende bemerkenswerthe Aeste ab:

a) Die Thränenpulsader, arteria lacrimalis (Taf. 6; 4_{14}).
b) Die Oberaugenböhlenpulsader, arteria supra-orbitalis (Taf. 6; 4_{15}).
c) Die Stirnpulsader, arteria frontalis (Taf. 6; 1k, 2q).
2. Balkenpulsader, arteria corporis callosi (Taf. 6; 3f).

Die Schlüsselbeinpulsader.

Die Schlüsselbeinpulsader entspringt rechts aus der rechten gemeinschaftlichen Kopfschlagader, aus der ungenannten Pulsader, links direct aus dem Bogen und gibt folgende beachtenswerthe Zweige:

1. Die Wirbelpulsader, arteria vertebralis (Taf. 9; 1f).

Dieselbe geht durch das große Hinterhauptsloch den Schädel, wo auf dem Grundtheile des Hinterhauptbeins sich die der einen Seite mit der der andern zur arteria basilaris (Taf. 6; 3d) verbindet.

2. Oberflächliche Nackenpulsader, arteria cervicalis superficialis (Taf. 6; 2[illegible]).
3. Quere Schulterblattpulsader, arteria transversa scapulae (Taf. 6; 2r).

II. Blutadern.

Die Blutadern, venae, entstehen aus den Enden der Pulsadern, den Haargefäßen, und vereinigen dieselben zu immer größern Stämmen zusammen. Die Blutadern des Kopfes und Halses sind sämmtlich in der obern Hohlvene, vena cava superior oder descendens (Taf. 6; 3g), vereinigt.

Diese wird wiederum zusammengesetzt aus den gemeinschaftlichen Drosselvenen, venae anonymae oder venae jugulares communes (Taf. 6; 1o).

Zweige derselben sind:

1. Die innere Drosselader, vena jugularis interna (Taf. 7; 1k, 2d. Taf. 8; 1[illegible]), gebildet wird aus:

a) der gemeinschaftlichen Gesichts-blutader, vena facialis communis oder vena cephalica anterior, auch vena cephalica externa.

setzt sich wiederum zusammen aus:
der vordern Gesichtsvene, vena facialis anterior (Taf. 6; 1l),
der hintern Gesichtsvene, vena facialis posterior (Taf. 6; 1m), die ihren Ursprung nimmt aus:
der oberflächlichen Schläfenvene, vena temporalis superficialis (Taf. 6; 1n), und
der tiefern Schläfenvene, vena temporalis profunda (Taf. 6; 1o).

b) der innern Kopfvene, vena jugularis cerebralis, auch cephalica posterior oder interna.

lbe nimmt ihren Ursprung im foramen jugulare nterhauptsbeins und entsteht unmittelbar aus nerblutleiter, sinus transversus (Taf. 6; 3i), ten Hirnhaut. Derselbe liegt im sulcus transdes Hinterhauptsbeins und im hintern Rande rnzeltes, tentorium cerebelli.

en Querblutleiter ergießen sich:
der obere Längen- oder Sichelblutleiter, longitudinalis superior (Taf. 6; 3b), welcher us longitudinalis und obern Rande der großen ichel, falx cerebri, liegt, und
er Zeltblutleiter, sinus quartus oder perularis, mit dem untern Längeblutleiter, sinus dinalis inferior (Taf. 6; 3m). Das hintere Ende ltblutleiters ergießt sich in den Querblutleiter, cher Stelle eine Erweiterung des Gefäßes statt- welche die Presse des Herophilus, dorlerophili (Taf. 6; 3k), genannt wird.

zu erwähnen ist hier: 1) Die Gehirn-Augenvena ophthalmica cerebralis (Taf. 6; 4_{16}, 6_{15}), der Augenpulsader entspricht, durch die obere höhlenspalte in den Schädelraum tritt und sich n den Zeltblutleiter der harten Hirnhaut . 2) Die äußere Drosselader, vena jugularis a oder superficialis (Taf. 6; 1q. Taf. 7; 1e), che sich der Hinterhauptsast, ramus occipiergießt. 3) Die äußere vordere Drosselvena jugularis externa anterior (Taf 7; 1m), sehr variabel ist, und sich auch in die äußere lader ergießt. 4) Die Schlüsselbeinvene, subclavia (Taf. 6; 2n), sie ist die Fortsetzung chselvene, vena axillaris, in welche sich die chenhautvene, vena cephalica oder vena ea radialis (Taf. 6; 1p), ergießt.

ehirn und Nerven des Kopfes und Halses.

I. Das Gehirn.

s Gehirn, encephalon, ist in der Schädelhöhle, es ausfüllt, sodaß die Erhabenheiten und Vergen des Gehirns an der innern Lamelle der elknochen im Abdruck erscheinen, eingeschlossen, von drei Häuten, den Hirnhäuten, überzogen.

e Hirnhäute, tunicae oder velamenta cerebri, drei ineinandergestedte Säde dar, welche zuen das Gehirn umgeben und am großen Hinterhtsloche sich in den Rückgratskanal erstreden und bst das Rückenmark in derselben Weise, wie das rn umgeben.

ie drei Hirnhäute sind:

. Die harte Hirnhaut, dura mater cerebri meninx fibrosa (Taf. 6; 3_8), und die harte Rückenmarkshaut, dura mater medullae spinalis (Taf. 6; 3_4). Sie bilden einen fibrösen Sad für Gehirn und Rückenmark, der nur von durchgehenden Gefäßen und Nerven durchbohrt wird, und für den Schädel zugleich die innere Knochenhaut, das pericranium internum, darstellt. An einigen Stellen bildet die harte Hirnhaut doppelte Blätter, welche längliche, plattrunde und dreiedige Lücken zwischen sich lassen, welche venöses Blut führende Kanäle, die sogenannten von uns schon oben angeführten Blutleiter, sinus durae matris (Taf. 6; 3i, 3k, 3l, 3m), darstellen.

2. Die Spinnwebenhaut, tunica arachnoidea oder meninx serosa. Sie ist die mittlere der drei das Gehirn umgebenden Häute, zarter und durchsichtiger als die harte Hirnhaut, und geht am großen Hinterhauptsloch ohne Unterbrechung in die Spinnwebenhaut des Rückenmarks, tunica arachnoidea spinalis, über. An der Außenfläche der Spinnwebenhaut befindet sich ein einfaches Pflasterepithel, das sich auf die innere Fläche der harten Hirnhaut fortsetzt, zwischen welchen beiden Häuten sich eine mäßige Menge eröser Flüssigkeit befindet.

3. Die weiche Hirn- oder Gefäßhaut, pia mater oder meninx vasculosa, die dünnste, feinste und innerste der drei Hirnhäute. Sie ist überaus reich an Blutgefäßen, liegt der Oberfläche des Gehirns unmittelbar auf, in dessen Vertiefungen, Spalten und Hüllen sie eindringt, und in welchen letztern sie die sogenannten Aderhautgeflechte, plexus chorioidei, bildet, von denen eine (Taf. 6; 3_7) sichtbar ist.

Das Gehirn, encephalon, selbst theilt man in drei Abschnitte, das große Gehirn, cerebrum, das kleine Gehirn, cerebelum, und in das Mittelgehirn, mesencephalon, ein.

1. Das große Gehirn.

Das große Gehirn, cerebrum (Taf. 6; 3_9), füllt den größten Theil der Schädelhöhle aus, und nimmt den ganzen obern gewölbten Theil ein. Es wird von oben her durch eine in der Mitte verlaufende tiefe Längenspalte, fissura longitudinalis cerebri, welche auf unserer Tafel in Fig. 3 mit dem Durchschnitt zusammenfällt und bis zu den Balken, corpus callosum (Taf. 6; 3_5), reicht, in zwei gleiche Seitenhälften, die beiden Hemisphären, hemisphaera cerebri, von denen unsere Tafel, Fig. 3_9, die rechte Hemisphäre, hemisphaera dextra, zeigt, getheilt. Die Hemisphären bestehen hauptsächlich aus dem Hirnstiele, pedunculus cerebri, sowie den Hirnganglien, der markigen weißen Centralmasse und aus der grauen Substanz, welche sich an der Oberfläche ausbreitet. Jede Hemisphäre hat in ihrem Innern eine seitliche Höhle, ventriculus lateralis.

Der Hirnschenkel oder die Hirnstiele, crura oder pedunculi cerebri, sind zwei rundliche Stränge, welche vom obern Rande der Brücke, pons (Taf. 6; 3_α) sich divergirend schräg nach oben, vorn und außen, zu den Großhirnhemisphären erstreden.

Die Hirnganglien werden gebildet aus dem Streifenhügel und dem Sehhügel.

Der Streifenhügel oder gestreifte Körper, corpus striatum, auch ganglion cerebri anterius (Taf. 6; 3_{11}), ist ein dicker Körper, bestehend aus abwechselnden Lagen grauer und weißer Nervensubstanz, der den Boden des Seitenventrikels auf jeder Seite bilden hilft.

Der Sehhügel, thalamus nervi optici oder ganglion cerebri posterius (Taf. 6; 3_σ), ist wie der vorige paarig, liegt hinter dem Streifenhügel und sieht mit seiner obern gewölbten Fläche in den Seiten-

ventrikel. Der untere Theil der innern und senkrecht liegenden Fläche des Sehhügels bildet die Seitenwand des dritten Ventrikels.

Die dritte Hirnhöhle, ventriculus tertius cerebri (Taf. 6; 3ψ), ist eine schmale, nach hinten sich etwas erweiternde, in der Mittellinie des großen Gehirns zwischen den beiden Sehhügeln liegende Spalte, die daher auf unserer Figur auch gerade in den Durchschnitt fällt.

Die Seitenventrikel, ventriculi laterales, in jeder Hemisphäre des großen Gehirns befindlich, sind durch eine Scheidewand, die durchsichtige Wand, septum pellucidum, und das Gewölbe, fornix, voneinander geschieden, und stehen nur durch eine halbmondförmige Lücke, das Monroische Loch, foramen Monroi, (Taf. 6; 3ρ), untereinander und mit dem dritten Ventrikel in Verbindung.

Die Hauptmasse der Hemisphären besteht aus der weißen Centralsubstanz, die von der grauen Nervensubstanz, welche in darmähnlichen Windungen, mit mehr oder minder tiefen Einschnitten die Oberfläche des großen Gehirns bildet, überdeckt wird.

In der Mittellinie zwischen beiden Hemisphären befinden sich mehrere unpaare Theile des Gehirns, von denen wir den Balken erwähnen.

Der Balken, corpus cellosum trabs-cerebri, auch commissura magna (Taf. 6; 3ξ), ist ein länglicher, platter, weißer, aus Querfasern zusammengesetzter Körper, welcher sich von vorn nach hinten erstreckt und die Längenspalte des Gehirns nach unten begrenzt. Man unterscheidet am Balken drei Theile: den Körper oder Stamm, truncus corporis callosi, welcher den mittlern Theil bildet, ferner das Balkenknie, genu corporis callosi (Taf. 6; 3π), das vordere Ende, welches sich umrollt und in den nach unten und hinten gerichteten Balkenschnabel übergeht, und drittens den Balkenwulst, splenium corporis callosi, welche das hintere, freie und dicke Ende des Balkens bildet, welches nach unten auf den beiden Schenkeln des Gewölbes, fornix, aufliegt und die Vierhügel sammt der Zirbeldrüse bedeckt. Nach hinten stößt der Balkenwulst auf das kleine Gehirn.

2. Das Mittelhirn.

Das Mittelhirn, mesencephalon, wird aus den Theilen, welche das große und kleine Gehirn, sowie Rückenmark miteinander verbinden, gebildet, und besteht aus dem verlängerten Mark, der Brücke und den Vierhügeln.

1. Das verlängerte Mark, medulla oblongata (Taf. 6; 3ζ), ist der oberste dickere Theil des Rückenmarkes, welcher unter dem kleinen Gehirn gelegen ist und von dem untern Rande der Brücke bis zum großen Hinterhauptsloche reicht. Es besteht fast ganz aus weißer Substanz, die Faserzüge in der Richtung der Längsachse bildet. Vorn und hinten werden dieselben durch eine Längsspalte in zwei Hälften getheilt, an deren jeder drei Anschwellungen sichtbar sind: die Pyramiden, corpora pyramidalia oder pyramides, die Oliven, corpora olivaria oder olivae, auch crura medullae oblongatae ad corpora quadrigemina und die strangförmigen Körper, corpora restiformia oder crura cerebelli ad medullam oblongatam.

Die Pyramiden nehmen den vordersten Theil des verlängerten Markes unmittelbar neben der vordern Längenspalte ein; die Oliven liegen nach außen von den Pyramiden, zur Seite des verlängerten Markes, während die strangförmigen Körper den hintern Theil desselben bilden, untereinander nur von der hintern Rückenmarkspalte getrennt. Nach oben weichen sie auseinander und treten in das kleine Gehirn, wodurch sie zur Bildung der vierten Hirnhöhle beitragen.

Die vierte Hirnhöhle, ventriculus quartus (Taf. 6; 3ω), befindet sich wie die dritte Hirnhöhle in der Mittellinie des Gehirns, und wird im Querschnitt, welchen unsere Figur darstellt, getroffen. Sie stellt einen rautenförmigen Raum dar, welcher unten und oben enger, in der Mitte aber nach beiden Seiten erweitert ist. Der Boden und die vordere Wand des vierten Ventrikels bilden die obern Fläche der Brücke und der Streifen, calamus scriptorius oder sinus rhomboidalis, der oblongatae, gebildet. Das Dach oder hintere Wand stellt die untere Wand des kleinen Gehirns und von diesem wiederum die untere Fläche des Wurmes dar. Die Seitenwände entstehen unten von den aufeinander ruhenden strangförmigen Körpern, oben von den Schenkeln des kleinen Gehirns, zu den Vierhügeln gebildet. Das Ende des vierten Ventrikels hat eine Öffnung in die Sylvische Wasserleitung, aqueductus Sylvii, und durch diese zum dritten Ventrikel.

2. Die Brücke oder der Hirnknoten, pons Varolii (Taf. 6; 3α'. Taf. 7, 2α), stellt einen breiten Ring dar, den unsere Fig. 3 der Taf. 6 auf dem Durchschnitt zeigt. Die Brücke liegt im Schädel auf der Mitte über und vor dem verlängerten Mark, hinter den Vierhügeln und dem großen Gehirn, und dem kleinen Gehirn. Die Brücke besteht aus den Längs- und Querfasern von weißer Substanz, welchen die erstern von den Pyramiden in die Schenkel, und von den Oliven in die Vierhügel, die letztern von einer Hemisphäre des kleinen Gehirns zur andern gehen.

3. Die Vierhügel, corpora quadrigemina (Taf. 6; 3ρ), bilden den obern Theil des Mittelhirns, einen rundlichen, an seine obern Enden mit den Balkenwulst gerichteten Fläche, mit vier Hügeln versehenen Körper dar. Auf den beiden Hügelchen liegt die Zirbeldrüse, glandula pinealis (Taf. 6; 3υ), auf, ein ovales röthlichgraues Körperchen, welches mehrere rundlich eckige gelbliche Hirnsand, arcervulus cerebri, enthält.

3. Das kleine Gehirn.

Das kleine Gehirn, cerebellum (Taf. 6; 3β), wird gleichfalls in zwei Hälften, eine rechte und linke, hemisphaera dextra und sinistra cerebelli getheilt, die durch den mittlern Theil, den Wurm, vermis, getrennt werden.

Jede Hemisphäre zerfällt durch den Hornspalt, sulcus horizontalis oder transversus, in eine obere und eine untere Hälfte, und jede hat einen Schenkel und einen Markkörper.

1. Die Lappen, lobuli, befinden sich in der obern und untern Fläche des Kleinhirns, und werden mit der Horizontalspalte ziemlich concentrische Einschnitte voneinander getrennt.

2. Die Schenkel des kleinen Gehirns, crura cerebelli, sind die drei bereits erwähnten Schenkel, crura cerebelli ad pontem, Brückenschenkel, crura cerebelli ad corpora quadrigemina und Schenkel zum verlängerten Mark, crura cerebelli ad medullam oblongatam.

3. Der Markkörper der Hemisphären, corpus medulare (Taf. 6; 3δ'), bildet den aus weißer Substanz bestehenden Kern des kleinen Gehirns, und mit den Schenkeln zusammen. Durch die von außen eindringenden, bald tiefen

tte, welche die Lappen bilden, ist der Mark-
ielfach zerklüftet und in Aeste gespalten, welche
r Oberfläche mit grauer Substanz umgeben
iese baumförmige Verzweigung des Marklörpers
r Lebensbaum, arbor vitae (Taf. 6; 3ε′).
mittlere, beide Hemisphären trennende Theil
ten Gehirns, der auf unserer Figur gleichfalls
Durchschnittsebene liegt, der Wurm, vermis,
durch den Horizontalspalt ebenfalls in
berwurm, vermis cerebelli superior, und
nterwurm, vermis cerebelli inferior.

II. Die Gehirnnerven.

irnnerven, nervi cerebrales, zählt man zwölf
sie sind:

Der Geruchsnerv, nervus olfactorius, oder tractus olfactorius. Derselbe liegt an der untern Fläche des vordern Hirnlappens und endet auf der Siebplatte des Siebbeins, durch welche er zahlreiche Nervenfasern zum Geruchsorgan sendet.

Der Sehnerv, nervus opticus (Taf. 6; 3α, 4_{20}, 4_{20}, 5_{10}, 6_{18}), entspringt aus der Sehnerven-Kreuzung, chiasma nervorum opticorum (Taf. 6; 4_{21}), welche aus dem Sehstreifen, tractus nervorum opticorum (Taf. 6; 4_{20}, 4_{20}, der vom Auge abgewendete Theil vor der Kreuzung), gebildet wird. Hinter der Sehnervenkreuzung liegt in der Grube des Türkensattels der Hirnanhang, glandula pituitaria oder hypophysis cerebri (Taf. 6; 3χ), welcher am Ende des grauen Höckers, tuber cinereum, hängt. Von der Sehnervenkreuzung aus läuft der Sehnerv zum Sehnervenloch, durch welches er in die Augenhöhle und zum Augapfel gelangt. Er ist von einer Scheide, der Sehnervenscheide (Taf. 6; 6_3), eingehüllt, die eine Fortsetzung der harten Hirnhaut ist.

Der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv, nervus oculomotorius (Taf. 6; 3β, 6_{17}. Taf. 7; 2δ), welcher durch die obere Augenhöhlenspalte in die Augenhöhle und zu den Augenmuskeln gelangt, welche er sämmtlich, mit Ausnahme des musculus obliquus superior und musculus rectus externus, innervirt.

Der Rollmuskelnerv, nervus trochlearis oder patheticus (Taf. 6; 3_8, 4_{22} Taf. 7; 2α″ Derselbe gelangt gleichfalls durch die obere Augenhöhlenspalte in das Auge und gibt vorzugsweise Zweige zum musculus obliquus superior.

Der dreigetheilte Nerv, nervus trigeminus (Taf. 6; 3δ, 5_{14}). Derselbe entsteht aus einer hintern größern sensibeln Wurzel, portio major, und einer vordern kleinern motorischen Wurzel. Vor der Dreitheilung schwillt die größere Partie zu einem platten Knoten, dem halbmondförmigen Knoten, ganglion semilunare oder ganglion Gaseri (Taf. 6; 5_{18}), an. Dieses Ganglion theilt sich in drei Aeste:

a) den Augenhöhlennerv, nervus ophthalmicus oder ramus primus nervi trigemini, welcher durch die obere Augenhöhlenspalte in die Augenhöhle tritt,
b) den Oberkiefernerv, nervus maxillaris superior oder ramus secundus nervi trigemini (Taf. 6; 3ε, 5_{17}), welcher durch das runde Loch und die Kiefer-Keilbeingrube gelangt, und
c) den Unterkiefernerv, nervus maxillaris inferior oder ramus tertius nervi trigemini (Taf. 6; 3ε″, 5_{10}), welcher durch das ovale Loch aus dem Schädel heraustritt.

Von dem ersten Ast des Trigeminus ist auf unserer Tafel nur sichtbar der Stirnnerv, nervus frontalis (Taf. 6; 3ξ), mit dem Oberaugenhöhlennerv, nervus supra orbitalis (Taf. 6; 1α, 2α), und der Oberrollnerv, nervus supra-trochlearis (Taf. 6; 2β), sowie der Nasen-Augennerv, nervus nasalis oder nasociliaris (Taf. 6; 6_{16}), mit den Blendungsnerven, nervi ciliares (Taf. 6; 3η, 4_{18}) und der Thränendrüsennerv, nervus lacrymalis (Taf. 6; 4_{19}).

Von dem zweiten Aste des Trigeminus ist nur dargestellt der Wangenhautnerv, nervus subcutaneus malae (Taf. 6; 1β), der Keilbein-Gaumennerv, nervus spheno-palatinus, mit dem Gaumenkeilbein- oder Nasenknoten, ganglion spheno-palatinum (Taf. 6; 3ϑ), sowie der Unteraugenhöhlennerv, nervus infraorbitalis (Taf. 6; 1_8, 2_8, 3ι, 6_9).

Von dem dritten Aste des Trigeminus, mit dem sich auch die kleine motorische Wurzel verbindet, erwähnen wir nur noch den Ohrknoten, ganglion oticum (Taf. 6; 3κ), welcher mit dem Ohrschläfennerven, nervus auriculo-temporalis (Taf. 6; 2δ), in Verbindung tritt, und den untern Zahnnerven, nervus alveolaris inferior, welcher den Kinnast, ramus mentalis (Taf. 6; 1δ, 2ε) bildet.

Die übrigen Hirnnerven, welche auf unserer Abbildung nur zum Theil zur Anschauung gebracht werden können, erwähnen wir nur kurz, sie sind:

6. Der äußere Augenmuskelnerv, nervus abducens (Taf. 7; 2γ).
7. Der Gesichtsnerv, nervus facialis oder communicans facies (Taf. 6; 2ζ. Taf. 7; 2δ), welcher durch den Fallopischen Kanal geht, und durch das Griffelwarzenloch aus dem Schädel heraustritt. Derselbe gibt den hintern Ohrnerven, nervus auricularis posterior (Taf. 6; 2η) ab und bildet das Ohrspeicheldrüsengeflecht, plexus parotideus oder pes anserinus (Taf. 6; 2ϑ), aus welchem die Schläfennerven, nervi temporales (Taf. 6; 2ι) und die Jochbeinnerven, nervi zygomatici (Taf. 6; 2κ) hervorgehen.
8. Der Gehörnerv, nervus acusticus oder auditorius (Taf. 7; 2δ).
9. Der Zungenschlundkopfnerv, nervus glosso-pharyngeus (Taf. 7; 2ε).
10. Der Lungenmagennerv, auch der herumschweifende Nerv genannt, nervus vagus (Taf. 7; 2η).
11. Der Beinerv, nervus accessorius Willisci (Taf. 6; 1ε, 2λ. Taf. 7; 2ξ).
12. Der Zungenfleischnerv, nervus hypoglossus (Taf. 6; 2μ. Taf. 7; 2ν).

III. Rückenmarksnerven.

Die Rückenmarksnerven, nervi spinales, zerfallen in 8 Paare Halsnerven, nervi cervicales, 12 Paare Brustnerven, nervi dorsales, 5 Paare Lendennerven, nervi lumbales, 5 Paare Kreuzbeinnerven, nervi sacrales, und 1 oder seltener 2 Paare Steißbeinnerven, nervi coccygei.

Die Nerven des Rückenmarks entspringen mit einer doppelten Wurzel, einer vordern und hintern, von den vordern und hintern Strängen an jeder Seite

des Rückenmarks. Beide Wurzeln, von denen die vordere Bewegungsfasern, die hintere Empfindungsfasern enthält, vereinigen sich zu einen Rückenmarksnerven, der auf jeder Seite durch das Zwischenwirbelloch aus der Wirbelsäule hervortritt und sich in einen vordern und hintern Ast spaltet.

Die Halsnerven.

Von den Halsnerven, nervi spinales cervicales, vereinigen sich die vier obern durch Zweige, welche ihre vordern Aeste gegenseitig abgeben, wodurch Schlingen entstehen, aus denen das Halsgeflecht, plexus cervicalis, gebildet wird, welches dann wieder Zweige abgibt. So entsteht aus dem zweiten Halsnerven der große Hinterhauptsnerv, nervus occipitalis magnus oder majus (Taf. 6; 1ζ, 2ν), und aus der Schlinge zwischen dritten und vierten Halsnerven, der kleinere Hinterhauptsnerv, nervus occipitalis minor (Taf. 6; 1η, 2ξ), und der große Ohrnerv, nervus auricularis magnus (Taf. 6; 1ϑ), während aus der Schlinge zwischen vierten und fünften Halsnerven die Oberschlüsselbeinnerven, nervi supra-claviculares (Taf. 6; 1ι), hervorgehen.

Die vier untern Halsnerven haben bedeutend stärkere vordere Aeste als die obern Halsnerven; dieselben vereinigen sich unter spitzen Winkeln miteinander und bilden das Armgeflecht, plexus brachialis (Taf. 6; 2π).

IV. Der sympathische Nerv.

Der sympathische Nerv, nervus sympathicus, läuft zu beiden Seiten der Wirbelsäule herab, wo er zahlreiche Nervenknoten, ganglia, bildet, von denen der erste, der oberste Halsnervenknoten, ganglion cervicale supremum (Taf. 6; 3λ), auf unserer Tafel sichtbar ist.

1. Das Auge.

Das Auge oder Sehorgan, oculus oder organon visus, liegt in der Augenhöhle, und wird gebildet vom Augapfel und einer Anzahl von Nebenorganen, welche den Augapfel zum Theil in dessen Verrichtungen unterstützen, theils denselben schützen und reinigen, wozu die Augenbrauen, Augenlider, Thränendrüsen u. s. w. gehören.

Der Augapfel, bulbus oculi (Taf. 6; 3_8, 4_2, 5_{20}), ist das Hauptorgan des Gesichtssinnes. Derselbe wird gebildet aus drei concentrisch umeinander herumliegenden Häuten, in deren innern sich ein wasserheller Kern befindet. Der Augapfel in Gestalt einer Kugel, die an ihrer vordern Seite eine sphärische Erhebung, die Hornhaut hat, ist in dem Fette der Augenhöhle eingebettet und kann durch die von uns bereits besprochenen Augenmuskeln auf das leichteste nach allen Richtungen hin bewegt werden.

Die drei den Augapfel bildenden Häute sind von außen gezählt: die harte Augenhaut, die Aderhaut und die Netzhaut.

1. Die harte oder weiße Augenhaut, tunica sclerotica oder albuginea (Taf. 6; 4_{27}, 6_{19}), ist von außerordentlicher Steifigkeit, sie bildet die äußerste Lage der Augenhäute und gibt dem Augapfel seine Form. An dieselbe setzen sich die verschiedenen Augenmuskeln an. Die in ihrem größten Umfange weiße, undurchsichtige, aus Bindegewebsfasern bestehende Haut, hat an ihrer vordern Seite eine etwas stärker gekrümmte, durchsichtige Stelle, die Hornhaut, tunica cornea (Taf. 6; 4_{22}, 6_{24}), welche den Lichtstrahlen den Durchgang gestatten, um ins Innere des Auges zu gelangen. Da wo die hintere Kante des Sclerotica-randes sich mit der Hornhaut verbindet, befindet sich ein Kanal, der wie die Vereinigungsstelle beschaffen ist, und der Schlemm'sche Kanal, canalis Schlemmii oder sinus circularis venosus iridis (Taf. 6; 4ρ) heißt, der ein venöses Gefäß ist, und der dazu dient, die Regenbogenhaut als Abzugskanal dient. Die hintern innern Theile wird die harte Augenhaut von den Sehnerven (Taf. 6; 4_{30}, 4_{20}, 6_{18}) durchbohrt.

2. Die Gefäß- oder Aderhaut, tunica chorioidea oder vasculosa (Taf. 6; 4_{27}, 6_{19}), liegt in der Lage der Augenhäute und liegt der harten Augenhaut an der innern Fläche unmittelbar an, ist dünn, sehr gefäßreich und reichlich mit Nerven versehen, wodurch sie eine schwarzbraune Farbe erhält und zur Abhaltung durch die Sclerotica durchgedrungener, sowie zur Auffaugung überflüssiger Stoffe dient. Man unterscheidet an der Aderhaut zwei Theile; der wichtigste ist die Regenbogenhaut, die Blendung, auch Augenstern, iris (4_{21}, 6_{22}), genannt. Dieselbe ist eine dünne, verschieden gefärbte, sehr gefäß- und nervenreiche Hauptsache aus glatten Muskelfasern bestehende Haut, welche die Aderhaut, deren vorderstes Ende segment fehlt, nach vorn begrenzt. Sie hat die Gestalt einer in der Mitte von einem kreisförmigen Loch, dem Sehloche, pupilla, durchbohrten Scheibe, liegt hinter der Hornhaut, wie das Zifferblatt hinter dem Uhrglase. Der Raum zwischen der Iris und der Hornhaut heißt die vordere Augenkammer, camera oculi anterior, welche von der wässrigen Flüssigkeit oder dem Kammerwasser, humor aqueus, gefüllt ist; hinter der Iris, zwischen der Krystalllinse befindet sich die hintere Augenkammer, camera oculi posterior, welche durch die Pupille mit der vordern in Verbindung steht, so daß das Kammerwasser in beiden Kammern eindringen kann, und die Aderhaut von beiden Seiten spült. Die Muskelfasern der Aderhaut formen einen ringförmigen Muskel, den Verengerer der Pupille, musculus sphincter pupillae, und einen radialen Muskel, den Erweiterer der Pupille, musculus dilatator pupillae, angeordnet. Da sich mit der Aderhaut sich vereinigt, beginnt der Strahlenkörper oder Faltenkranz, corpus ciliare, welcher den vordern Theil der gewölbten Aderhaut bildet und die Linse ringförmig umgibt.

3. Die Netz- oder Nervenhaut, tunica retina oder nervea (Taf. 6; 4_{27}, 6_{19}), ist die innerste der drei Häute, von außerordentlicher Zartheit und kommen durchsichtig. Sie dient dem Sehnerven zur Ausbreitung, der etwas nach innen von der Sehachse in Gestalt eines flachen Hügels, tubercula oder papilla oder colliculus nervi optici, an der innern Fläche der Netzhaut hervorragt und eine membranartig ausseinandergehend mit verschiedenen Fasern bilden, dem sogenannten katoptrischen Apparat des Auges, in Verbindung tritt.

Dem katoptrischen Apparat entgegengesetzt der dioptrische, welcher aus der schon erwähnten Hornhaut und dem Kammerwasser besteht, ferner aus der Krystalllinse und dem Glaskörper. Alle diese Theile sind durchsichtig und lassen das Licht von außen durch die Hornhaut eindringenden Strahlen bis zur Netzhaut gelangen.

Die Linse oder Krystalllinse, lens crystallina (Taf. 6; 4_{29}, 6_{21}), ist ein durchsichtiger, linsenförmiger Körper, welcher die Gestalt einer doppelten Glaslinse hat, deren hintere Fläche stärker als die vordere, gewölbt ist. Sie liegt in einer Kapsel, Linsenkapsel, capsula lentis, eingeschlossen

r hinter der Pupille in einer der hintern stark
: Fläche entsprechenden Vertiefung des Glas-
Um den kreisförmigen Rand der Linse läuft
it'sche Kanal, canalis Petiti (Taf. 6; 4_{30}, 6_{23}),
auf seinem Durchschnitt von dreieckiger Gestalt,
geschlossen und mit einer wässerigen Flüssigkeit
lt ist.

Glaskörper, corpus vitreum (Taf. 6; 4_{28}, 6_{20}),
das Auge ausfüllender und dessen innere Ge-
chahmender Körper. Er besteht aus der so-
en Glasfeuchtigkeit, humor vitreus, die
Glashaut, membrana hyaloidea oder vitrea,
t ist. Dieselbe theilt sich in zwei Blätter, ein
stärkeres und ein hinteres dünneres, welches
die hintere Wand der Linsenkapsel anlegt und
er verwächst, während das vordere Blatt zum
nde geht. Durch das Auseinanderweichen der
Blätter der Glashaut entsteht der schon er-
Petit'sche Kanal.

den Schutz- und Hülfsorganen für den Aug-
nd außer den bereits behandelten Augenmuskeln
knöchernen Augenhöhle noch zu erwähnen die
brauen, supercilia, und die Augenlider,
ae (Taf. 6; 3_9, 4_{33}), von welchen man ein
Augenlid, palpebra superior (Taf. 6; 6_{25})
n unteres Augenlid, palpebra inferior
; $6_{25}'$) unterscheidet. Die Augenlider werden
von der äußern Haut, integumentum palpe-
Taf. 6; 5_{33}), darauf folgt die von dem
ßmuskel der Augenlider, musculus orbi-
palpebrarum (Taf. 6; 1_2, 2_3) gebildete Muskel-
des Augenlides, stratum musculare palpe-
Taf. 6; 5_{32}), nach innen davon befindet sich
m obern, wie am untern Augenlid der Augen-
rpel, tarsus (Taf. 6; 5_{31}). In der Substanz
genlidknorpel sind eingebettet die Meibom'schen
n, glandulae Meibomianae, während die
haut der Augenlider, conjunctiva palpe-
(Taf. 6; 5_{30}), die innere hintere Fläche der
ider überzieht und auf den Augapfel übergeht,
die Bindehaut des Augapfels, conjunctiva
Taf. 6; 5_{29}) bildet.

zu erwähnen sind die Thränendrüsen,
ae lacrymales, zwei traubige Drüsen, welche
m äußern Augenwinkel, hinter dem obern Augen-
den beiden Thränendrüsengruben, foveae
ales, des Stirnbeins liegen.

2. Das Ohr.

Gehörorgan, organon auditus, zerfällt in
eile, das äußere, mittlere und innere
Da auf unserer Tafel nur das erstere zur Dar-
gelangt, so beschränken wir uns auf dasselbe.

äußere Ohr (Taf. 7; 1_1), auricula, ist eine
runde, in verschiedenen Richtungen ein- und aus-
e, muschelförmige, von der äußern Haut überzo-
d hier und da mit Muskeln bekleidete Knorpel-
welche durch Bänder, die Haut und den äußern
gen Gehörgang senkrecht an die Seitenwand
fes angeheftet ist und mit ihrem mittlern ver-
Theile in den äußern Gehörgang übergeht.
n sind folgende Theile zu bemerken:

Die Ohrleiste oder Ohrkrempe, helix auri-
der äußerste nach vorn umgebogene Rand.

Die Gegenleiste oder Nebenkrempe, an-
auriculae, die weiter nach innen, parallel mit
rleiste verlaufende Erhabenheit.

Die vordere Ohrklappe, Ohrecke, tragus
ae (Taf. 6; 1D), der abgerundete Vorsprung
r Oeffnung des Gehörganges.

4. Die hintere Ohrklappe oder Gegenecke, antitragus auriculae (Taf. 6; 1E), der kleine der vordern Ohrklappe gegenüber befindliche Vorsprung.

5. Der Ohreinschnitt, incisura auriculae oder intertragica, der Einschnitt über dem Ohrläppchen, lobulus auriculae (Taf. 6; 1F).

6. Die Ohrmuschel, concha auris, der vertiefte Theil des Ohres, welcher in den äußern Gehörgang, meatus auditorius externus, übergeht.

3. Die Mundspeicheldrüsen.

Mundspeicheldrüsen, glandulae salivales oris, welche zusammengesetzte traubenförmige Drüsen sind, gibt es drei Paar:

1. Die Ohrspeicheldrüse, glandula parotis (Taf. 6; 11), an der Seite des Gesichts, vor dem Ohre und unterhalb des Jochbogens, mit dem horizontal über die Wange verlaufenden und dieselbe durchbohrenden Ausführungsgange, dem Stenonianischen Gang, ductus Stenonianus (Taf. 6; 1H), welcher bei dem ersten oder zweiten Backzahn auf der Mundschleimhaut endet.

2. Die Unterkieferdrüse, glandula submaxillaris (Taf. 6; 21), liegt an der innern Fläche des Unterkieferwinkels, deren Ausführungsgang, der Wharton'sche Gang, ductus Whartonianus, zur Seite des Zungenbändchens auf der Mundschleimhaut mündet.

3. Die Unterzungendrüse, glandula sublingualis (Taf. 8; 2_1), liegt auf dem Boden der Mundhöhle, unter der Zungenspitze, wird von der Mundschleimhaut bedeckt. Der Ausführungsgang der Zungendrüse, der Bartholini'sche Gang, ductus Bartholinianus, mündet entweder für sich auf der Mundschleimhaut oder verbindet sich mit dem Whartorn'schen Gange.

Knochen und Bänder.

Die Knochen und Bänder (Taf. 6; 1A bis 1C, 2A bis 2M, 3A bis 3W, 4_{2-47}, 4_{33-37}, 5_{1-12}, 6_{1-4} sind bei Tafel 2 und 3 sowie bei Tafel 5 auf Seite 56 erläutert.

Tafel 7.

Diese Tafel zeigt zunächst den Rumpf nach Entfernung der Haut von vorn gesehen, sowie das Rückenmark mit den Anfängen der Spinalnerven nach geöffneter Wirbelsäule und den Grenzstrang des sympathischen Nerven.

Figur 1. Der Rumpf von vorn gesehen.

A. Os maxillare inferius, Unterkieferbein.
B. Os hyoideum, Zungenbein.
C. Clavicula, Schlüsselbein.
D. Clavicula, Schlüsselbein.
E. Acromion, Schulterhöhe.
F. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
G. Caput humeri, Oberarmkopf.
H. Costa secunda, zweite Rippe.
J. Costa septima, siebente Rippe.
K. Costa decima, zehnte Rippe.
L. Ligamentum interclaviculare, Zwischenschlüsselbeinband.
M. Ligamentum capsulare claviculae internum, inneres Kapselband des Schlüsselbeins.
N. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüsselbein-Schulterhöhenband.
O. Ligamentum trapezoideum et conoideum, oder ligamentum coraco-clavicular, Rabenschnabelfortsatz-Schlüsselbeinband.
P. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.

Q. Ligamentum capsulare sterno-costale, Brustbein-Rippen-Kapselband.
R. Ligamenta radiata, Strahlenbänder.
S. Ligamenta coruscantia oder intercostalia, Zwischenrippenbänder.
T. Aponeurosis colli profundae pars, Theil der tiefern Halsaponeurose.
U. Aponeurosis musculorum abdominis, Sehne der Unterleibsmuskeln.
1. Glandula thyreoidea, Schilddrüse.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
3. Musculus digastricus oder biventer maxillae inferioris, zweibäuchiger Kiefermuskel.
4. Musculus mylohyoideus, Kieferzungenbeinmuskel.
5. Musculus hyoglossus, Zungenbein-Zungenmuskel.
6. Musculus stylohyoideus, Griffel-Zungenbeinmuskel.
7. Musculus sternohyoideus, Brustzungenbeinmuskel.
8. Musculus sternothyreoideus, Brustbein-Schildknorpelmuskel.
9. Musculus omohyoideus, Schulter-Zungenbeinmuskel.
10. Musculus hyothyreoideus, Zungenbein-Schildknorpelmuskel.
11. Musculi scaleni, die Rippenhalter.
12. Musculus levator anguli scapulae, Schulterblattheber.
13. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
14. Musculus pectoralis minor, kleiner Brustmuskel.
15. Musculus subclavius, Schlüsselbeinmuskel.
16. Musculus serratus anticus major, großer Sägemuskel.
17. Musculi intercostales externi, äußere Zwischenrippenmuskeln.
18. Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
19. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
20. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
21. Linea alba, weiße Linie.
22. Musculus rectus abdominis, gerader Bauchmuskel.
23. Inscriptiones tendineae, Sehnenstreifen.
24. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
25. Musculus biceps brachii, zweiköpfiger Armmuskel.
25′ Musculus biceps, caput breve, kurzer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
25″ Musculus biceps, caput longum, langer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
26. Musculus coraco-brachialis, Rabenschnabelfortsatz-Oberarmmuskel.
27. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
28. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
a. Arteria carotis communis dextra, rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader.
b. Arteria carotis externa, äußere Kopfpulsader.
c. Arteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
d. Arteria thyreoidea superior, obere Schilddrüsenpulsader.
e. Arteria lingualis, Zungenpulsader.
f. Arteria maxillaris externa, äußere Antlitzpulsader.
g. Arteriae mammariae externae, äußere Brustpulsadern.
h. Arteria thoracico-acromialis, Rumpf-Schulterhöhenpulsader.
i. Arteria brachialis, Armpulsader.
k. Vena jugularis interna, innere Drosselvene.
l. Vena jugularis externa, äußere Drosselvene.
m. Vena jugularis externa anterior, vordere Drosselblutader.
n. Vena subclavia, Schlüsselbeinblutader.
o. Vena cephalica, Speichenhautblutader.
p. Vena brachialis, Armblutader.
α. Nervi cutanei pectoris interni, innere Brustnerven der Brust.
β. Nervi cutanei pectoris externi, äußere Brustnerven der Brust.
γ. Nervi cutanei abdominis interni, innere Bauchnerven des Unterleibes.
δ. Nervi cutanei abdominis externi, äußere Bauchnerven des Unterleibes.

Figur 2. Das Rückenmark mit den Ursprüngen der Spinalnerven nach von vorn geöffneter Wirbelsäule und der Grenzstrang der sympathischen Nerven.

A. Pars petrosa ossis temporum, Felsenbein des Schläfenbeins.
B. Meatus auditorius internus, innerer Gehörgang.
C. Canalis caroticus, Kanal der Kopfpulsader.
D. Processus styloideus, Griffelfortsatz.
E. Foramen jugulare, Drosselloch.
F. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
G. Atlas, Träger.
H. Vertebra cervicis septima, siebenter Halswirbel.
J. Vertebra dorsi prima, erster Rückenwirbel.
K. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Rückenwirbel.
L. Vertebra lumbalis prima, erster Lendenwirbel.
M. Costa prima, erste Rippe.
N. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
I. Auricula, äußeres Ohr.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus scalenus anticus, vorderer Rippenhalter.
3. Musculus scalenus medius, mittlerer Rippenhalter.
4. Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
5. Musculi intercostales externi, äußere Zwischenrippenmuskeln.
6. Musculus quadratus lumborum, vierecker Lendenmuskel.
7. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
a. Arteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
b. Arteria intercostalis posterior, hintere Zwischenrippenpulsader.
c. Arteria subclavia, Schlüsselbeinpulsader.
d. Vena jugularis interna, innere Drosselvene.
e. Vena intercostalis posterior, hintere Zwischenrippenblutader.
α. Pons Varoli, Varolsbrücke.
α′ Nervus oculomotorius, gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv.
α″ Nervus trochlearis oder patheticus, Rollennerv.
β. Nervus trigeminus, dreigetheilter Nerv.
γ. Nervus abducens, äußerer Augenmuskelnerv.
δ. Nervus facialis und nervus acusticus, Antlitznerv und Gehörnerv.
ε. Nervus glosso-pharyngeus und nervus vagus, Zungenschlundkopfnerv und herumschweifender Nerv.
ζ. Nervus accessorius Willisii, Beinerv.
η. Nervus vagus, herumschweifender Nerv.

Nervus hypoglossus, Zungenfleischnerv.
Medulla oblongata, verlängertes Mark.
Medulla spinalis, pars cervicalis, Halstheil des Rückenmarks.
Medulla spinalis, pars dorsalis, Rückentheil des Rückenmarks.
Medulla spinalis, pars lumbalis mit dem Conus medularis, Lendentheil des Rückenmarks mit dem Rückenmarkszapfen.
Filum terminale, Rückenmarksfaden.
Nervus cervicalis primus, erster Halsnerv.
Nervus cervicalis octavus, achter Halsnerv.
Plexus cervicalis, Halsnervengeflecht.
Plexus brachialis, Armnervengeflecht.
Nervus dorsalis primus, erster Rückennerv.
Nervus dorsalis duodecimus, zwölfter Rückennerv.
Nervus lumbalis primus, erster Lendennerv.
Nervus sympathicus, sympathischer Nerv.
Ganglion cervicale medium nervi sympathici, mittlerer Halsknoten des sympathischen Nerven.
Ganglion cervicale infimum nervi sympathici, unterer Halsknoten des sympathischen Nerven.
Ganglia thoracica nervi sympathici, Brustknoten des sympathischen Nerven.

3. Das Rückenmark nach von hinten eröffneter Wirbelsäule gesehen.

Os occipitale, Hinterhauptsbein.
Vertebra colli prima, erster Halswirbel.
Vertebra colli septima, siebenter Halswirbel.
Vertebra dorsi prima, erster Rückenwirbel.
Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Halswirbel.
Costa prima, erste Rippe.
Costa duodecima, zwölfte Rippe.
Ligamentum colli costae externum, äußeres Rippenhalsband.
Ligamentum colli costae internum, inneres Rippenhalsband.
Dura mater medullae spinalis, facies externa, äußere Seite der harten Rückenmarkshaut.
Dura mater spinalis, facies interna, innere Seite der harten Rückenmarkshaut.
Arachnoidea medullae spinalis, Spinnwebenhaut des Rückenmarks.
Ligamentum denticulatum, gezahntes Band.
Arteria vertebralis, Wirbelpulsader.
Medulla oblongata, verlängertes Mark.
Medulla spinalis cervicis, Halsmark.
Medulla spinalis dorsi, Rückentheil des Rückenmarks.
Medulla spinalis, pars lumbalis, mit dem Conus medullae spinalis, Lendentheil des Rückenmarks mit dem Rückenmarkszapfen.
Filum terminale, Rückenmarksfaden.
Nervus glosso-pharyngeus und nervus vagus, Zungenschlundkopfnerv und herumschweifender Nerv.
Nervus hypoglossus, Zungenfleischnerv.
Nervus accessorius Willisii, Beinnerv.
Nervus cervicalis primus, erster Halsnerv.
Nervus cervicalis duodecimus, zwölfter Halsnerv.
Nervi spinales dorsi, Rückennerven.

Der Rumpf.

Der Rumpf, truncus, zerfällt in zwei Theile, die Brust, thorax, und den Unterleib, abdomen. An beiden Seiten des Thorax hängen die Arme, während unten am Becken die Beine artikuliren; oben ist auf den Brustkasten der Hals mit dem Kopf aufgesetzt.

Wiederum treten uns nach Entfernung der Haut und des Unterhautzellgewebes zunächst die Muskeln entgegen, die hier am Rumpf meist große breite Flächen bilden.

I. Muskeln am Hals, an der Brust, am Unterleib, am Nacken und am Arm.

1. Muskeln am Hals.

Die Muskeln am Hals sind bereits bei der Erklärung der Tafel 6 abgehandelt worden, weshalb wir hier unterlassen darauf zurückzukommen, und verweisen wir für den

1. Kopfnicker, musculus sternocleido-mastoideus (Taf. 7; 1_1, 2_1), auf S. 71;
2. zweibäuchigen Kiefermuskel, musculus digastricus (Taf. 7; 1_3), auf S. 71;
3. Kiefer-Zungenbeinmuskel, musculus mylohyoideus (Taf. 7; 1_4), auf S. 72;
4. Zungenbein-Zungenmuskel, musculus hyoglossus (Taf. 7; 1_5), auf S. 72;
5. Griffel-Zungenbeinmuskel, musculus stylohyoideus (Taf. 7; 1_6), auf S. 72;
6. Brust-Zungenbeinmuskel, musculus sternohyoideus (Taf. 7; 1_7), auf S. 71;
7. Brustbein-Schildknorpelmuskel, musculus sterno-thyreoideus (Taf. 7; 1_8), auf S. 71;
8. Schulter-Zungenbeinmuskel, musculus omohyoideus (Taf. 7; 1_9), auf S. 71;
9. Zungenbein-Schildknorpelmuskel, musculus hyo-thyreoideus (Taf. 7; 1_{10}), auf S. 71;
10. die Rippenhalter, musculi scaleni (Taf. 7; 1_{11}, 2_2, 3_3), auf S. 75.

2. Nackenmuskeln.

Der erläuternde Text zu diesen Muskeln findet sich bei den Rückenmuskeln, Taf. 9, und zwar zu

1. dem Kappenmuskel, musculus cucullaris (Taf. 7; 1_2), auf S. 92;
2. dem Schulterblattheber, musculus levator anguli scapulae (Taf. 7; 1_{12}), auf S. 93.

3. Muskeln an der Brust.

Sämmtliche Muskeln der Brust werden von einer oberflächlichen Fascie, fascia superficialis, überzogen, die nach Entfernung der Haut und des darunter befindlichen Zellgewebes sichtbar wird. Darauf zeigen sich folgende Muskeln:

1. Der große Brustmuskel, musculus pectoralis major (Taf. 6; 1_{24}, 2_{29}. Taf. 7; 1_{13}. Taf. 8; 1_{14}).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut der Brust.

Ansätze:
a) Mit dem Brustbeintheile (portio sternalis) an das Brustbein und die Knorpel der zweiten bis siebenten Rippe, mit dem Schlüsselbeintheile (portio clavicularis) an das Brustbeinende des Schlüsselbeins.
b) Die spina tuberculi majoris des Oberarmbeins.

Wirkung:
Zieht den Arm an die Brust, während er bei fixirten Armen eine Erweiterung des Thorax bewirken kann.

2. Der kleine Brustmuskel oder der vordere kleine Sägemuskel, musculus pectoralis minor oder serratus anticus minor (Taf. 6; 2_{30}. Taf. 7; 1_{14}. Taf. 8; 1_{15}).

Lage:
Unter dem großen Brustmuskel, hart auf den Rippen aufliegend.

Ansätze:
a) Die äußere Fläche der vordern knöchernen Enden der dritten bis fünften Rippe.
b) Der Rabenschnabelfortsatz des Schulterblattes.

Wirkung:
Zieht das Schulterblatt nach vorn herab und kann bei fixirter Schulter die dritte bis fünfte Rippe heben.

3. Der Schlüsselbeinmuskel, musculus subclavius (Taf. 7; 1_{15}).

Lage:
Zwischen dem Schlüsselbein und der ersten Rippe.

Ansätze:
a) Der Knorpel und das vordere Ende der ersten Rippe.
b) Die untere Fläche des Schlüsselbeins.

Wirkung:
Zieht das Schlüsselbein gegen die erste Rippe.

4. Der vordere große Sägemuskel, musculus serratus anticus major (Taf. 7; 1_{16}. Taf. 8; 1_{10}. Taf. 9; 2_{17}).

Lage:
Zur Seite des Thorax, unmittelbar auf den Rippen.

Ansätze:
a) Mit neun Zacken an die vordern knöchernen Enden der acht obersten Rippen, indem er an der zweiten Rippe mit zwei Zacken sich ansetzt.
b) Die innere Lippe des hintern Schulterblattrandes.

Wirkung:
Zieht das Schulterblatt nach außen und vorn, wobei der untere Winkel desselben weiter nach vorn geschoben wird, als der obere innere, sodaß das Schulterblatt in der Art gedreht wird, daß die Gelenkfläche für den Arm nach oben und außen zu stehen kommt.

5. Die äußern Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales externi (Taf. 7; 1_{17}, 2_5. Taf. 8; 1_{18}, 2_8. Taf. 9; 1_5, 2_{24}. Taf. 10; 1_8).

Lage:
In den Zwischenräumen der Rippen, sodaß sie mit ihren Fasern von der obern Rippe schräg von hinten nach vorn zur untern Rippe laufen. Dieselben beginnen am Rippenhalse und füllen den Zwischenrippenraum, reichen aber nicht ganz bis an das Brustbein.

Ansätze:
a) Der untere Rand der ersten bis siebenten Rippe.
b) Der obere Rand der zweiten bis zwölften Rippe.

Wirkung:
Sie ziehen die Rippen aneinander. Ist die oberste Rippe fixirt, so heben sie die übrigen Rippen, ist aber die zwölfte Rippe festgestellt, so ziehen sie die darüber befindlichen Rippen herab.

6. Die innern Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales interni (Taf. 7; 1_{18}, 2_4. Taf. 8; 1_{19}, 2_9. Taf. 9; 1_4. Taf. 10; 2_4).

Lage:
In den Zwischenräumen der Rippen unter den vorigen, wo sie mit ihren Fasern von oben und vorn nach unten und hinten laufen. Sie fangen erst am Rippenwinkel an, sodaß sie am hintern Ende des Intercostalraumes eine Lücke lassen, reichen aber nach vorn bis an das Brustbein.

Ansätze:
a) Der untere Rand der ersten bis elften Rippe.
b) Der obere Rand der zweiten bis zwölften Rippe.

Wirkung:
Diese ist dieselbe wie bei den äußern Zwischenrippenmuskeln.

7. Der dreieckige Brustmuskel, musculus triangularis sterni (Taf. 8; 1_{12}).

Lage:
An der hintern Fläche des Brustbeins.

Ansätze:
a) Der Körper und der Schwertfortsatz des Brustbeins.
b) Der untere Rand des vordern Endes der zweiten bis fünften Rippe und deren Knorpel.

Wirkung:
Zieht die zweite bis fünfte Rippe nach abwärts.

4. Muskeln des Unterleibes.

Die Muskeln des Unterleibes werden bei Betrachtung der Tafel 10 abgehandelt, siehe deshalb wegen des

1. äußern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 7; 1_{19}), S. 97;
2. innern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 7; 1_{20}), S. 97;
3. geraden Bauchmuskels, musculus rectus abdominis (Taf. 7; 1_{22}), S. 97;

Ferner wegen des
viereckigen Lendenmuskels, musculus quadratus lumborum (Taf. 7; 2_6), s. S. 98 und
des großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 7; 1_7), s. S. 124.

5. Armmuskeln.

Die Armmuskeln dieser Tafel finden sich abgehandelt bei der Erklärung zu Tafel 13, siehe deshalb wegen des

1. Deltamuskels, musculus deltoideus (Taf. 7; 1_{24}), S. 114;
2. zweiköpfigen Armmuskels, musculus biceps brachii (Taf. 7; 1_{25}, $1_{25}'$, $1_{25}''$), S. 114;
3. Rabenschnabelfortsatz-Oberarmmuskels, musculus coraco-brachialis (Taf. 7; 1_{26}), S. 114;
4. innern Oberarmmuskels, musculus brachialis internus (Taf. 7; 1_{27}), S. 114;
4. dreiköpfigen Oberarmmuskels, musculus triceps brachii (Taf. 7; 1_{28}), S. 115.

II. Gefäße.

Die Erklärung der Halspulsadern (Taf. 7; 1a-f, 2a) und der Halsblutadern (Taf. 7; 1k-m, 2o), siehe bei dem Texte der Tafel 6 auf S. 76.

Die Schlüsselbeinpulsader, arteria subclavia (Taf. 7; 2c), entspringt rechts aus der ungenannten Pulsader, links unmittelbar aus dem Bogen der Aorta. Folgende Zweige derselben sind auf unserer Tafel sichtbar:

1. Die Wirbelpulsader, arteria vertebralis (Taf. 7; 3M), welche in der Gegend der ersten Rippe entspringt und im canalis vertebralis, in welchem sie durch das sechste foramen vertebrale eintritt, bis zum zweiten Halswirbel in die Höhe steigt und sich um den Querfortsatz des Trägers herumkrümmend durch das große Hinterhauptsloch in den Schädel gelangt.

2. Die äußern Brustpulsadern, arteriae mammariae externae, welche aus der innern Brustpulsader, arteria mammaria interna (Taf. 9; 1g), entspringen, die wiederum ein Zweig der Schlüsselbeinpulsader ist, und an der innern Seite der Rippenknorpel herabläuft. Die äußern Brustpulsadern, auch rami perforantes genannt, durchbohren die Zwischenrippenmuskeln und verzweigen sich in den Muskeln der Haut und der Brust.

rtsetzung der Schlüsselbeinpulsader ist die elpulsader, arteria axillaris, aus welcher die rn Brustastenpulsadern, arteriae thoracicae nae, mit dem Schulterast, ramus acromialis 7; 1h), entspringen.

ıs der Achselpulsader geht die Armpuls:, arteria brachialis (Taf. 7; 1i) hervor, deren rn Verlauf man auf Tafel 13 sieht.

ie hintern Zwischenrippenpulsadern, are intercostales posteriores (Taf. 7; 2b. Taf. 9; 1o), Zweige, welche aus der Brustaorta entspringen und in den Zwischenrippenräumen mit Abgabe hiedener Aeste verlaufen. Es sind deren neun, die beiden obern Zwischenrippenräume von der ia intercostalis suprema versorgt werden.

ie Schlüsselbeinblutader, vena subclavia f. 7; 1n), entsteht aus der Armblutader, vena chialis (Taf. 7; 1p). In sie mündet auch die a cephalica (Taf. 7; 1o).

Die hintern Zwischenrippenblutadern, venae rcostales posteriores (Taf. 7; 2e. Taf. 9; 1q), aufen in den Zwischenrippenräumen und münden die unpaarige und halbunpaarige Blutr, vena azygos und hemiazygos.

III. Gehirn, Rückenmark und Nerven.

A. Gehirn und Gehirnnerven.

Die Erklärung der auf dieser Tafel sichtbaren Theile Gehirns und der vorhandenen Gehirnnerven (Taf. 7; 2, 3ε-ϑ), s. im Text zu Taf. 6 auf S. 71 und 72.

Rückenmark und Rückenmarksnerven.

a) Rückenmark.

Das Rückenmark, medulla spinalis, ist eine Fortsetzung des verlängerten Markes, medulla oblonga (Taf. 7; 2ι, 3α), und zerfällt in das Halsrk, medulla spinalis cervicis (Taf. 7; 2κ, 3β), den Brusttheil, medulla spinalis dorsi (Taf. 7; 3γ), und in das Lendenmark, medullae spinis, pars lumbalis (Taf. 7; 2μ, 3δ). Es ist im dgratskanal aufgehängt und von deufelben drei uten, wie das Gehirn, umschlossen, und zwar von harten Rückenmarkshaut, dura mater melae spinalis (Taf. 7; 3K und 3K'), von der Rückenrks-Spinnwebenhaut, arachnoidea medullae nalis (Taf. 7; 3L), welche zu beiden Seiten des ckenmarks eine Reihe dreieckiger Zacken bildet, deren sis an die weiche Rückenmarkshaut, die Spitzen an harte Rückenmarkshaut stoßen, und so das gehnte Band, ligamentum denticulatum (Taf. 7; 3L'), den, und von der weichen Rückenmarkshaut, pia ater medullae spinalis.

Das Ende des Lendenmarks bildet der Rückenrkszapfen, conus medullaris (Taf. 7; 2μ, 3δ), s welchem der Rückenmarksfaden, filum terinale (Taf. 7; 2ν, 3δ'), hervorgeht und welcher mit n anliegenden Lenden- und Kreuzbeinnerven den ferdeschweif, cauda equina, bildet.

b) Rückenmarksnerven.

Die Rückenmarksnerven, nervi spinales, sind r Zahl nach 31 oder 32 Paare, welche mit doppelten Wurzeln, einer vordern und einer hintern, von der eite des Rückenmarks ausgehen, und durch die wischenwirbellöcher aus den canalis spinalis ach außen gelangen. Dieselben zerfallen in acht Paare Halsnerven, nervi cervicales (Taf. 7; 3ι-κ), zwölf Paare Brustnerven, nervi dorsales (Taf. 7; 2τ-υ, 3λ), fünf Paare Lendennerven, nervi lumbales (Taf. 7; 2φ), fünf Paare Kreuzbeinnerven, nervi sacrales und ein oder zwei Paare Steißbeinnerven, nervi coccygei.

Von den vordern Aesten der vier obern Halsnerven wird das Halsgeflecht, plexus cervicalis (Taf. 7; 2ρ), gebildet, während aus den vordern Aesten der vier untern Hals- und des ersten Brustnerven das Armgeflecht, plexus brachialis (Taf. 7; 2σ), hervorgeht.

Die auf Tafel 7; 1α und 1β sichtbaren innern und äußern Brusthautnerven, nervi cutanei pectoris interni und externi, sind Zweige der vordern Aeste der Brustnerven, ebenso wie die innern und äußern Hautnerven des Unterleibes, nervi cutanei abdominis interni und externi (Taf. 7; 1γ und 1δ), und zwar stammen die ersten vom zweiten bis siebenten Brustnerven, die letztern dagegen vom achten bis zwölften.

C. Der sympathische Nerv.

Der sympathische Nerv, nervus sympathicus (Taf. 7; 2χ), zerfällt in einen Kopftheil, pars cephalica nervi sympathici, einen Halstheil, pars cervicalis nervi sympathici, einen Brusttheil, pars thoracica nervi sympathici, einen Lendentheil, pars lumbalis nervi sympathici, und einen Kreuzbeintheil, pars sacralis nervi sympathici.

Der Halstheil besteht aus drei durch den Stamm miteinander verbundenen Nervenknoten, dem obersten Halsnervenknoten, ganglion cervicale supremum, dem mittlern Halsnervenknoten, ganglion cervicale medium oder thyreoideum (Taf. 7; 2ψ), und dem untern Halsnervenknoten, ganglion cervicale infimum (Taf. 7; 2ω), und liegt dicht an der vordern Fläche des musculus rectus capitis anticus major und des musculus longus colli.

Der Brusttheil, welcher die Fortsetzung des Halstheils ist, liegt vor den Querfortsätzen der Brustwirbel und vor der vordern Fläche der Rippenköpfchen. Er besteht aus elf bis zwölf Brustnervenknoten, ganglia thoracica (Taf. 7; 2ω'), welche durch den sympathischen Nervenstamm miteinander verbunden werden.

Der Lendentheil ist eine Fortsetzung des Brusttheils, während der Kreuzbeintheil wieder eine Fortsetzung jenes ist.

Knochen und Bänder.

Die Knochen und Bänder (Taf. 7; 1A bis 1S, 2A bis 2N, 3A bis 3J) sind bei Tafel 2, 3 und 4 sowie bei Tafel 5 auf S. 25—28, 32—35, 43, 57 erläutert.

Tafel 8.

Diese Tafel zeigt uns den geöffneten Thorax mit den Brusteingeweiden, der Lunge und dem Herzen.

Figur 1. Der Thorax nach Entfernung der vordern Wand.

A. Maxilla inferior, Unterkiefer.
B. Os hyoideum, Zungenbein.
C. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
D. Cartilagines annulares tracheae, Ringknorpel der Luftröhre.
E. Manubrium sterni, Handgriff des Brustbeins.
F. Processus xiphoideus sterni, Schwertfortsatz des Brustbeins.
G. Clavicula, Schlüsselbein.
H. Acromion, Schulterhöhe.
J. Processus coracoideus scapulae, Rabenschnabelfortsatz des Schulterblattes.

K. Caput humeri, Kopf des Oberarmbeins.
L. Spina scapulae, Schultergräte.
M. Costa prima, erste Rippe.
N. Costa septima, siebente Rippe.
O. Cartilago costarum spuriarum, Knorpel der falschen Rippe.
P. Ligamentum suspensorium glandulae thyreoideae, Aufhängeband der Schilddrüse.
Q. Ligamentum capsulare clavicuiae internum, inneres Kapselband des Schlüsselbeins.
Q′ Ligamentum capsulare clavicuiae externum, äußeres Kapselband des Schlüsselbeins.
R. Ligamentum coraco-claviculare, Rabenschnabelfortsatz-Schlüsselbeinband.
S. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.
T. Ligamentum capsulare capitis humeri, Kapselband des Oberarmkopfes.
U. Tendo musculi bicipitis, Sehne des zweiköpfigen Muskels.
V. Pleura, Brustfell.
V′ Membrana sterni, cavum mediastini anterioris obtegens, Brustbeinhaut, die vordere Mittelfellhöhle bedeckend.
W. Pericardium, Herzbeutel.
X. Fascia transversalis abdominis, Querfascie des Unterleibes.
Y. Peritoneum, Bauchfell.
I. Glandula thyreoidea, Schilddrüse.
II. Pulmo sinister, linke Lunge.
II′ Pulmo sinister lobulus inferior, unterer Lappen der linken Lunge.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
3. Musculus digastricus maxillae inferioris, zweibäuchiger Kiefermuskel.
4. Musculus mylohyoideus, Kiefer-Zungenbeinmuskel.
5. Musculus geniohyoideus, Kinn-Zungenbeinmuskel.
6. Musculus genioglossus, Kinn-Zungenmuskel.
7. Musculus hyoglossus, Zungenbein-Zungenmuskel.
8. Musculus hyothyreoideus, Zungenbeinschildknorpelmuskel.
9. Musculus omohyoideus, Schulter-Zungenbeinmuskel.
10. Musculus scalenus anticus, vorderer Rippenhalter.
11. Musculus scalenus medius, mittlerer Rippenhalter.
12. Musculus triangularis sterni, dreieckiger Brustmuskel.
13. Diaphragma, Zwerchfellmuskel.
14. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
15. Tendo musculi pectoralis minoris, Sehne des kleinen Brustmuskels.
16. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
17. Musculus latissimus dorsi, breiter Rückenmuskel.
18. Musculi intercostales, Zwischenrippenmuskeln.
19. Musculus serratus anticus major, vorderer großer Sägemuskel.

a. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
b. Arteria carotis communis dextra, rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader.
c. Arteria carotis communis sinistra, linke gemeinschaftliche Kopfpulsader.
d. Arteria subclavia dextra, rechte Schlüsselbeinpulsader.
e. Arteria subclavia sinistra, linke Schlüsselbeinpulsader.
f. Arteria thyreoidea superior, obere Schilddrüsenpulsader.
g. Arteria lingualis, Zungenpulsader.
h. Arteria maxillaris externa, äußere Antlitzpulsader.
i. Arteria mammaria interna, innere Brustpulsader.
i′ Arteria epigastrica superior, obere Bauchdeckenpulsader.
k. Arteria cervicalis superficialis, oberflächliche Halspulsader.
l. Arteria axillaris, Achselpulsader.
m. Arteria brachialis, Armpulsader.
n. Arteriae intercostales, Zwischenrippenpulsadern.
o. Vena jugularis communis, gemeinschaftliche Drosselblutader.
p. Vena jugularis interna, innere Drosselblutader.
q. Vena jugularis externa, äußere Drosselblutader.
r. Vena jugularis anterior, vordere Drosselblutader.
r′ Vena thyreoidea inferior oder ima, untere Schilddrüsen-Blutader.
s. Vena subclavia, Schlüsselbeinblutader.
t. Vena mammaria interna, innere Brustblutader.
u. Venae intercostales anteriores, vordere Zwischenrippenblutadern.
v. Vena cephalica, Speichenhautblutader.
w. Ductus thoracicus, Brustgang.
α. Nervus supra-clavicularis, Oberschlüsselbeinnerv.
β. Plexus brachialis dexter, rechtes Armnervengeflecht.
γ. Nervus subclavius, Schlüsselbeinnerv.
δ. Nervi thoracici anteriores, vordere Brustkorbnerven.
ε. Nervi thoracici posteriores, hintere Brustkorbnerven oder Rückenschulterblattnerven.
ζ. Nervus cutaneus brachii medius, mittlerer Hautnerv des Arms.
η. Nervus ulnaris, Ellbogennerv.
ϑ. Nervus medianus, Mittelarmnerv.
ι. Nervus radialis, Speichennerv.

Figur 2. Der Thorax im senkrechten Durchschnitt von vorn gesehen.

A. Angulus ossis maxillae inferioris, Winkel des Unterkieferbeins.
B. Os hyoideum, Zungenbein.
C. Vertebra colli septima, siebenter Halswirbel.
D. Costa prima, erste Rippe.
E. Costa septima, siebente Rippe.
F. Costa decima, zehnte Rippe.
G. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
H. Cartilago cricoidea, Ringknorpel.
J. Cartilagines annulares tracheae, Ringknorpel der Luftröhre.
K. Bronchi pulmonis dextri, Luftröhrenäste der rechten Lunge.
L. Bronchi pulmonis sinistri, Luftröhrenäste der linken Lunge.
M. Cartilago costarum spuriarum, Knorpel der falschen Rippe.
N. Membrana hyothyreoidea, Zungenbein-Schildknorpelhaut.
O. Ligamentum hyothyreoideum, Zungenbein-Schildknorpelband.
P. Ligamentum cricothyreoideum, Ring-Schildknorpelband.
Q. Ligamentum colli costae, Rippenhalsband.
I. Glandula sublingualis dextra, rechte Zungendrüse.
II. Cordis ventriculus dexter, rechte Herzkammer.
II′ Cordis ventriculus sinister, linke Herzkammer.
II″ Atrium dextrum, rechter Vorhof.
II‴ Atrii sinistri auricula, linkes Herzohr.

i. Pulmo sinister, linke Lunge.
k. Pleura costalis, Rippentheil des Brustfells.
l. Pleura diaphragmatica, Zwergfelltheil des Rippenfells.
m. Peritoneum, Bauchfell.
n. Ventriculus, Magen.
o. Omentum majus, großes Netz.
p. Hepar, Leber.
1. Musculus styloglossus, Griffel-Zungenmuskel.
2. Musculus genioglossus, Kinn-Zungenmuskel.
3. Musculus hyoglossus, Zungenbein-Zungenmuskel.
4. Musculus constrictor pharyngis superior, oberer Schlundkopfschnürer.
5. Musculus levator scapulae, Schulterblattheber.
6. Diaphragma, Zwerchfellmuskel.
7. Centrum tendineum diaphragmatis, schräger Mittelheil des Zwerchfells.
a. Arcus aortae, Aortenbogen.
b. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
c. Arteria carotis sinistra, linke Kopfpulsader.
d. Arteria subclavia sinistra, linke Schlüsselbeinpulsader.
e. Arteria coronaria cordis, Kranzader des Herzens.
f. Arteria pulmonalis communis, gemeinschaftliche Lungenpulsader.
g. Arteria pulmonalis dextra, rechte Lungenpulsader.
h. Arteria pulmonalis sinistra, linke Lungenpulsader.
i. Vena cava superior, obere Hohlvene.
k. Vena jugularis communis, gemeinschaftliche Drosselvene.
l. Vena cava inferior, untere Hohlvene.
α. Nervus vagus, herumschweifender Nerv.
β. Nervus hypoglossus, Zungenfleischnerv.
γ. Ramus descendens nervi hypoglossi, herabsteigender Ast des Zungenfleischnerven.
δ. Plexus cervicalis mit dem nach unten zum Zwerchfell gehenden Phrenicus dexter, Halsgeflecht mit dem rechten Zwerchfellnerven.
ε. Nervus occipitalis major, großer Hinterhauptsnerv.
ζ. Plexus brachialis, Armnervengeflecht.
η. Nervus sympathicus, sympathischer Nerv.
ϑ. Ganglion cervicale supremum, oberer Halsnervenknoten.
ι. Ganglion cervicale medium, mittlerer Halsnervenknoten.
κ. Ganglion cervicale infimum, unterer Halsnervenknoten.

I. Muskeln.

1. Halsmuskeln.

Die Erklärung der Halsmuskeln siehe bei Tafel 6 und zwar des

1. Kopfnickers, musculus sternocleido-mastoideus (Taf. 8; 1_1), auf S. 71;
2. zweibäuchigen Kiefermuskels, musculus digastricus maxillae inferioris (Taf. 8; 1_3), auf S. 71;
3. Kiefer-Zungenbeinmuskels, musculus mylohyoideus (Taf. 8; 1_4), auf S. 72;
4. Kinn-Zungenbeinmuskels, musculus geniohyoideus (Taf. 8; 1_5), auf S. 72;
5. Kinn-Zungenmuskels, musculus genioglossus (Taf. 8; 1_6, 2_3), auf S. 73;
6. Zungenbein-Zungenmuskels, musculus hyo-glossus (Taf. 8; 1_7, 2_3), auf S. 72;
7. Griffel-Zungenmuskels, musculus styloglossus (Taf. 8; 2_1), auf S. 73;
8. Zungenbein-Schildknorpelmuskels, musculus hyo-thyreoideus (Taf. 8; 1_8), auf S. 71;
9. Schulter-Zungenbeinmuskels, musculus omo-hyoideus (Taf. 8; 1_9), auf S. 71;
10. vordern Rippenhalters, musculus scalenus anticus (Taf. 8; 1_{10}), auf S. 75;
11. mittlern Rippenhalters, musculus scalenus medius (Taf. 8; 1_{11}), auf S. 75;
12. dreiecigen Brustmuskels, musculus triangularis sterni (Taf. 8; 1_{12}), auf S. 84;
13. obern Schlundkopfschnürers, musculus constrictor pharyngis superior (Taf. 8; 2_4), auf S. 73.

2. Brustmuskeln.

Die Erklärung der Brustmuskeln siehe bei Tafel 7 und zwar des

1. großen Brustmuskels, musculus pectoralis major (Taf. 8; 1_{14}), auf S. 83;
2. kleinen Brustmuskels, musculus pectoralis minor (Taf. 8; 1_{15}), auf S. 83;
3. vordern großen Sägemuskels, musculus serratus anticus major (Taf. 8; 1_{19}), auf S. 84;
4. Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales (Taf. 8; 1_{16}, 2_6), auf S. 84.

3. Nackenmuskeln.

Die Erklärung der Nackenmuskeln siehe bei den Rückenmuskeln auf Tafel 9, und zwar des

1. Kappenmuskels, musculus cucullaris (Taf. 8; 1_2), auf S. 92;
2. Schulterblatthebers, musculus levator scapulae (Taf. 8; 2_5), auf S. 93;
3. breiten Rückenmarkes, musculus latissimus dorsi (Taf. 8; 1_{17}), auf S. 93.

4. Armmuskeln.

1. Deltamuskel, musculus deltoideus (Taf. 8; 1_{18}), siehe die Erklärung der Armmuskeln der Tafel 13 auf S. 114;
2. Zweiköpfiger Armmuskel, musculus biceps brachii. Siehe die Erklärung ebendaselbst.

5. Zwerchfell.

Das Zwerchfell, diaphragma (Taf. 8; 1_{13}, 2_7. Taf. 9; 1 VII. Taf. 12; 1_4), ist ein flacher Muskel, welcher die Brusthöhle von der Bauchhöhle trennt. Dasselbe besteht aus einem muskulösen peripheren Theil (Taf. 8; 2_7), und einem faserigen centralen Theil, centrum tendineum (Taf. 8; $2_7'$). Nach der Brusthöhle zu ist das Zwerchfell stark gewölbt, und zwar in der rechten Hälfte mehr als in der linken; nach der Bauchhöhle zu ist es entsprechend concav. Der peripherische Theil zerfällt in einen Rippentheil, pars costalis, und einen Lendentheil, pars lumbalis. Der erstere befestigt sich an der innern Fläche der sechs untern Rippen und an dem Schwertfortsatz des Brustbeins, während der Lendentheil mit drei Schenkeln auf jeder Seite von den obern Lendenwirbeln entspringt, und zwar mit den innern Schenkeln, crura interna (Taf. 10; 1_1), von der vordern Fläche des dritten und vierten Lendenwirbels, mit den mittlern Schenkeln, crura media, von dem Seitentheile des zweiten Lendenwirbels, und mit den äußern Schenkeln, crura externa, von dem Seitentheile und Querfortsatze des ersten Lendenwirbels. Zwischen den innern Schenkeln bleibt eine Spalte, der Aortenschlitz, hiatus aorticus, für den Durchgang der aorta und des ductus thoracicus, worauf sich dieselben vor der Aorta vereinigen und dann wieder zur Bildung des Speiseröhrenloches, foramen oesophageum,

zum Durchtritt der Speiseröhre, auseinanderweichen, um sich schließlich in dem sehnigen Mittelheil zu verlieren. In diesem befindet sich etwas mehr nach rechts das vierseitige Loch, foramen quadrilaterum, für den Durchtritt der untern Hohlvene.

II. Athmungsorgane.

Die Athmungsorgane, organa respirationis, bestehen aus dem Kehlkopf, larynx (Taf. 8; 1C, 2G, 2H. Taf. 9; 1M und 1N), dessen Erklärung sich auf S. 73 bei Tafel 6 befindet; ferner aus der Luftröhre, trachea, welche eine aus 17 bis 20 übereinander liegenden Cförmigen Knorpeln, den Ringknorpeln der Luftröhre, cartilagines annulares tracheae (Taf. 8; 1D, 2J. Taf. 9; 1P), zusammengesetzte, und mit einer elastischen Faser-, einer Muskel- und Schleimhaut, membrana mucosa tracheae (Taf. 9; 1IV, 1V), ausgekleidete Röhre bildet, welche an ihrem vordern Umfange gewölbt, an dem hintern dagegen, wo zwischen den Enden der Cförmigen Knorpel eine Lücke bleibt, platt ist.

Das obere Ende der Luftröhre hängt mit dem Ringknorpel des Kehlkopfs zusammen, während das untere Ende sich vor dem Körper des dritten Brustwirbels hinter dem Aortenbogen in die Luftröhrenäste, bronchi (Taf. 9; 1Q, 1Q′) spaltet, welche in ihrem Bau ganz der Luftröhre ähnlich sind und in die Lungen eintreten, wo sie sich baumförmig in immer kleinere Aeste, bronchia (Taf. 8; 2H, 2X), zertheilen, an welchen schließlich die Cförmige Gestalt der Ringknorpel aufhört und in eine eckige übergeht, während die letzten feinsten Verzweigungen in den Lungenbläschen endigen.

Den letzten Theil des Respirationsorgans bilden die Lungen, pulmones (Taf. 8; 1II und 1II′, 2III). Es sind deren zwei, eine rechte Lunge, pulmo dexter, und eine linke Lunge, pulmo sinister, welche die beiden Seitenhälften des Brustkastens ausfüllen, und von hervorragenden Organen das Herz mit dessen großen Gefäßstämmen zwischen sich nimmt. Sonach bilden die Lungen zwei Theile, von zuckerhutartiger Form. An jeder Lunge, welche eine weiche, schwammige Beschaffenheit hat, unterscheidet man die Spitze, apex, welche abgerundet ist, und noch etwas über die erste Rippe hinausragt, ferner die Grundfläche, basis, welche auf dem Zwerchfelle aufliegt, und dessen Convexität entsprechend concav ist, sowie die äußere Fläche, superficies costalis, welche den Rippen anliegt und wie diese gebogen ist, sodaß sie eine convexe Krümmung zeigt, und die innere Fläche, superficies interna, welche oben platt ist, und nur nach unten durch das dazwischen geschobene Herz eine Ausbuchtung hat. An der obern innern Fläche befindet sich die Lungenwurzel, hilus oder radix pulmonalis, jener Theil, an welchem die Luftröhrenäste, Pulsadern und Nerven ein-, die Blutadern und Lymphgefäße austreten. Jede Lunge besteht aus mehreren Lappen, lobi, welche durch die tiefen, bis fast auf die Lungenwurzel dringenden Zwischenlappeneinschnitte, incisurae interlobulares, voneinander getrennt sind. Solcher Lappen hat die rechte Lunge drei, einen obern, mittlern und untern, und zwei Einschnitte; die linke Lunge dagegen, welche etwas schmäler aber länger als die rechte Lunge ist, hat nur zwei Lappen und einen Einschnitt.

Jede Lunge ist von einem serösen Sacke, dem Lungensacke oder Brustfelle, pleura (Taf. 8; 1V, 2IV und V. Taf. 9; 1VIII′) umhüllt. Jedes Brustfell bildet einen vollkommen geschlossenen Sack, von welchen in jeder Seitenhälfte der Brust einer liegt. Die Wände des Sackes sind aneinandergedrückt, sodaß die selben bildenden Platten sich berühren. Beide Platten von denen die eine die innere Thoraxwand bekleidet und deshalb Rippenfell, pleura costalis (Taf. 8; 2IV. Taf. 9; 1VIII′) heißt, und die die Lunge überzieht, und deshalb Lungenfell, pleura pulmonalis (Taf. 8; 1v), genannt wird, bilden der untere Theil, als Zwerchfellhaut, pleura phrenica oder diaphragmatica (Taf. 8; 2V), bezeichnet, gehen ununterbrochen ineinander über, und die Lunge gleichsam in den geschlossenen Sack gestülpt, sodaß sie von den doppelten Wänden des Sackes umgeben ist, dessen Außenseite fest an Brustwand und der Lunge verwachsen ist, während Innenfläche frei und mit einem Pflasterepithel ist. Der Theil des Brustfells, welcher sich zur Fläche der Lunge nach der Lungenwurzel zu, schlägt, heißt das Mittelfell, mediastinum. Es beiden Mittelfellen, dem rechten und dem linken, vor und hinter der Lungenwurzel ein Raum, vordere Mittelfellhöhle, cavum mediastinum und die hintere Mittelfellhöhle, cavum mediastinum postici, welche erstere auf unserer Tafel durch Brustbeinhaut, membrana sterni (Taf. 8; 1) bedeckt ist.

III. Herz und Gefäße.

1. Das Herz.

Das Herz, cor (Taf. 8; 2II, 2II′, 2II″, 2II‴) ein hohler Muskel von der Gestalt eines senkrecht schnittenen Kegels und liegt in dem vordern Theil der Brusthöhle und zwar etwas mehr nach der Seite als nach der rechten Seite. Man unterscheidet am Herzen die Spitze, mucro oder apex, welche nach unten, vorn und links gerichtet ist, die Basis, welche nach oben, hinten und rechts sieht, ferner die vordere obere convexe und eine hintere untere Seite, mit welcher letztern das Herz zum Theil dem Zwerchfelle aufliegt. Das Herz, welches ein muskulösen Sack darstellt, besteht aus zwei durch Scheidewand, das septum ventriculorum, getrennten Hälften, dem rechten Herzen, cor dextrum venosum, auch pulmonale (Taf. 8; 2II und 2II′), welche das venöse, d. h. kohlensäurereiche und stofflarme Blut aus allen Theilen des Körpers aufnimmt und in die Lungen pumpt, und dem linken Herzen, cor sinistrum oder arteriosum, auch aortale (Taf. 8; 2II′ und 2II‴), welches das aus dem rechten Herzen in die Lunge geschaffte venöse und dann arteriell, d. h. kohlensäurearm und sauerstoffreich gewordene Blut zugeführt bekommt, um es dann den Theilen des Körpers zur Ernährung zuzuführen. Jede dieser Hälften ist wieder durch eine Querwand in zwei Theile geschieden, in einen obern, den Vorhof, atrium (Taf. 8; 2II″, 2II‴), und einen untern, die Kammer, ventriculus cordis (Taf. 8; 2II und 2II′). Durch eine Oeffnung in dieser Querwand, die Vorhofsöffnung, ostium venosum oder atrio-ventriculare, steht der Vorhof mit der Kammer der betreffenden Herzhälfte in Verbindung, und zwar so, daß das Blut aus jenem in diese gelangen kann, aber nicht umgekehrt, indem die venöse Oeffnung dann durch das Ventil geschlossen wird. Der rechte Vorhof und die rechte Herzkammer liegen nach vorn und rechts, während der linke Vorhof und die linke Kammer nach hinten und links in der Aushöhlung der innern Fläche der linken Lunge liegen. An der äußern Fläche des Herzens sieht man eine Längsfurche, sulcus longitudinalis, welche sowol an der vordern, wie an der hintern Seite des Herzens von der Basis zur Spitze herab

t, wodurch auch äußerlich die im Innern durch Scheidewand bewirkte Theilung in zwei Hälften deutet wird, sowie eine Querfurche, sulcus sversus oder atrio-ventricularis, welche rings um Herz herumläuft und äußerlich andeutet, wo sich Innern die Querwände zwischen den Vorhöfen Kammern befinden.

ie Vorhöfe sind nicht nur von den Kammern durch Querwand geschieden, sondern auch untereinander d eine dünne Scheidewand, dem septum atriorum, nnt. An jedem Vorhofe befindet sich nach vorn der Mittellinie des Herzens zugekehrt an dem rn Winkel ein sackförmiger Anhang, das Herz- auricula cordis (Taf. 8; 2U'''). Die Wände der höfe sind dünner als die der Kammern, während erum die Wände der rechten Herzkammer dünner die der linken sind.

as ganze Herz steckt ähnlich wie die Lungen in n vollkommen abgeschlossenen serösen Sacke, dem zbeutel, pericardium (Taf. 8; 1W), in welchen von oben her gleichsam hineingestülpt ist. Die re Fläche des Herzens ist von dem eingestülpten le, dem innern oder visceralen Blatte des Herz- ls überzogen und fest mit demselben verwachsen, nd das äußere oder parietale Blatt, welches dem rnfelle entspricht, theils mit dem Zwerchfelle, theils dem Brustfelle verwachsen ist. In der geschlossenen e des Herzbeutels befindet sich eine schwach gelb- Flüssigkeit, der liquor pericardii.

2. Blutgefäße.

A. Gefäße des kleinen Kreislaufs.

er kleine Kreislauf des Blutes, circulus nonis minor, auch die Lungenblutbahn ge- t, ist kein vollständiger Kreislauf, sondern nur Theil des Gesammtkreislaufs des Körpers. Er nnt mit der gemeinschaftlichen Lungenpuls- r, arteria pulmonalis oder venosa communis f. 8; 2f), in welche das rechte Herz durch die erienmündung, ostium arteriosum oder pul- nale, das in demselben befindliche venöse Blut pt. An dieser Mündung befinden sich drei halb- förmige Klappen, valvulae semilunares, welche Ventile wirken und das Rücktreten des Blutes in rechte Herzkammer verhindern. Die Lungenpuls- spaltet sich in einen rechten und linken Ast, arteria pulmonalis dextra (Taf. 8; 2g), und die ria pulmonalis sinistra (Taf. 8; 2h), für jede ge.

indem sich die Zweige der Lungenarterie immer r spalten, gehen sie schließlich in die Haargefäße Lunge über, aus deren Zusammenfluß dann die rielles Blut führenden Lungenblutadern, venae monales oder arteriosae, entstehen, welche in vier mmen, aus jeder Lunge zwei, in den linken Vor- des Herzens münden, aus dem das arterielle Blut n durch die venöse Oeffnung, ostium venosum, einem Ventil, der valvula mitralis oder bicuspitalis, die linke Herzkammer gelangt.

B. Gefäße des großen Kreislaufs.

a) Pulsadern.

der große Kreislauf des Blutes, circulus guinis major, auch Körperblutbahn genannt, fängt in der arteriösen Mündung, ostium eriosum oder aorticum, der linken Herzkammer, der großen Körperpulsader, arteria aorta f. 8; 2a. Taf. 9; 1a). An ihrer Austrittsstelle aus linken Herzkammer befinden sich wie bei der ngenpulsader drei halbmondförmige Klappen, valvulae semilunares, welche das Zurücktreten des Blutes aus der Pulsader in die Herzkammer verhindern.

Gleich am Anfangstheil der großen Körperschlagader, der Aortenwurzel oder Aortenzwiebel, bulbus aortae, entspringt:

1. Die rechte Kranzpulsader des Herzens, arteria coronaria cordis dextra (Taf. 8; 2e, im sulcus transversus dexter), welche ihren Ursprung da nimmt, wo im Innern die vordere rechte halbmondförmige Klappe liegt und dann zwischen rechtem Vorhof und rechter Herzkammer in der Querfurche der rechten Herzhälfte von vorn um das rechte Herz nach hinten läuft und sich dann in der hintern Längenfurche zur Spitze des Herzens begibt.
2. Die linke Kranzpulsader des Herzens, arteria coronaria cordis sinistra (Taf. 8; 2c, im sulcus longitudinalis anterior), welche ihren Ursprung da aus der Aorta nimmt, wo im Innern die vordere linke halbmondförmige Klappe liegt, und sich dann in zwei Zweige theilt, von denen der eine in der vordern Längsfurche (Taf. 8; 2c) zur Spitze des Herzens herabläuft, während der andere zwischen linkem Vorhof und linker Herzkammer in der linken Querfurche von vorn um das linke Herz nach hinten gelangt.

Von der linken Herzkammer steigt die große Körperpulsader, als aufsteigende Aorta, aorta ascendens, von hinten links und unten nach vorn rechts und oben in die Höhe, und biegt sich hier wieder nach links und hinten um, den Aortenbogen, arcus aortae (Taf. 8; 2a. Taf. 9; 1a) bildend, aus dessen nach oben gekehrter Convexität die ungenannte Pulsader, die linke gemeinschaftliche Kopfpulsader und die linke Schlüsselbeinpulsader entspringen.

a) Die ungenannte Pulsader, arteria anonyma oder innominata (Taf. 8; 1a, 2b. Taf. 9; 1a), theilt sich wieder in die rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader und die rechte Schlüsselbeinpulsader.

b) Die gemeinschaftliche Kopfpulsader, eine rechte, arteria carotis communis dextra (Taf. 8; 1b. Taf. 9; 1d), aus der arteria anonyma, und eine linke, arteria carotis communis sinistra (Taf. 8; 1c, 2i. Taf. 9; 1m), aus dem arcus aortae, theilt sich auf jeder Seite in die äußere Kopfpulsader, carotis externa oder facialis (Taf. 6; 1a, 2a), und in die innere Kopfpulsader, arteria carotis interna oder cerebralis (Taf. 6; 2b, 2c).

Von der äußern Kopfpulsader entspringen folgende Zweige:

1. Die obere Schilddrüsenpulsader, arteria thyreoidea superior (Taf. 8; 1f).
2. Die Zungenpulsader, arteria lingualis (Taf. 8; 1g.)
3. Die äußere Antlitzpulsader, arteria maxillaris externa (Taf. 8; 1h).

Die hintern und obern Zweige der äußern Kopfpulsader sind auf dieser Tafel nicht sichtbar.

c) Die Schlüsselbeinpulsader, eine rechte, arteria subclavia dextra (Taf. 8; 1e. Taf. 9; 1d), aus der arteria anonyma, und eine linke, arteria subclavia sinistra (Taf. 8; 1n, 2d. Taf. 9; 1e), aus dem arcus aortae, gibt folgende Zweige ab:

a) nach oben:

1. Die Wirbelpulsader, arteria vertebralis (Taf. 9; 1f).
2. Die untere Schilddrüsenpulsader, arteria thyreoidea inferior (Taf. 9; 1h).
3. Die aufsteigende Nackenpulsader, arteria cervicalis ascendens (Taf. 9; 1i).

4. Die oberflächliche Nackenpulsader, arteria cervicalis superficialis (Taf. 8; 1k. Taf. 9; 1k).
5. Die quere Schulterblattpulsader, arteria transversa scapulae (Taf. 9; 11).

Die quere Nackenpulsader, arteria transversa colli und die tiefe Nackenpulsader, arteria cervicalis profunda, gleichfalls obere Zweige der Schlüsselbeinpulsader, haben nicht zur Darstellung gelangen können.

b) Nach unten:

1. Die innere Brustpulsader, arteria mammaria interna (Taf. 8; 1i. Taf. 9; 1g), welche nach unten in die obere Bauchdeckenpulsader, arteria epigastrica superior (Taf. 8; 1i′) übergeht und mit der arteria epigastrica inferior anastomosirt.
2. Die obere Zwischenrippenpulsader, arteria intercostalis suprema. Ist nicht sichtbar zu machen gewesen.

Die Schlüsselbeinpulsader geht in die Achselpulsader, arteria axillaris (Taf. 8; 11), und diese wieder in die Armpulsader, arteria brachialis (Taf. 8; 1m) über, deren weiterer Verlauf auf Tafel 13 zu sehen ist.

Vom Aortenbogen steigt die große Körperpulsader wieder nach abwärts und bildet die absteigende Aorta, aorta descendens, deren oberster in der Brusthöhle gelegener Theil die absteigende Brustaorta, aorta descendens thoracica (Taf. 9; 1b), ist.

Von dieser gehen außer verschiedenen kleinern Zweigen die hintern Zwischenrippenarterien, arteriae intercostales posteriores (Taf. 9; 1o), aus. Dieselben sind neun Stück auf jeder Seite, für den dritten bis elften Zwischenrippenraum. Sie spalten sich sehr bald nach ihrer Entstehung in einen Rücken- und in einen Zwischenrippenzweig, ramus dorsalis und ramus intercostalis. Während der erstere nach hinten tritt, läuft der zweite im Zwischenrippenraume nach vorn und theilt sich in einen obern Zweig, ramus superior oder infracostalis und einen untern Zweig, ramus inferior oder supracostalis, indem der erstere am untern Rande der höher gelegenen Rippe, der zweite längs des obern Randes der tiefer gelegenen Rippe verläuft.

Von der innern Brustpulsader, arteria mammaria interna, entspringen die vordern Zwischenrippenpulsadern, arteriae intercostales anteriores (Taf. 8; 1n), welche in den sechs ersten Zwischenrippenräumen von vorn nach hinten verlaufen und mit den hintern Zwischenrippenpulsadern anastomosiren.

b) Blutadern.

Die Pulsadern, arteriae, des großen Kreislaufs, nachdem sie sich in den verschiedenen Theilen und Organen des Körpers in die kleinsten Zweige, die Haargefäße, gespalten, vereinigen sich wieder zu größern Stämmen, den Blutadern, venae, des großen Kreislaufs, welche, während jene sauerstoffreiches, arterielles Blut führen, sauerstoffarmes und kohlensäurereiches, venöses Blut enthalten.

Sämmtliche Blutadern des großen oder Körperkreislaufs vereinigen sich in der obern Hohlvene, vena cava superior oder descendens (Taf. 8; 2i), in der untern Hohlvene, vena cava inferior oder ascendens (Taf. 8; 2l. Taf. 9; 1p), und in den Herzvenen, venae cordis. Diese sämmtlichen Blutadern münden in den rechten Vorhof, aus welchem das Blut durch die Vorhofsmündung, ostium venosum, in die rechte Herzkammer gelangt.

Die obere Hohlvene setzt sich zusammen aus den beiden gemeinschaftlichen Drosselvenen, venae jugulares communes oder anonymae, einer rechten, dextra, und einer linken, sinistra (Taf. 8; 1o, 2k). Und diese nehmen wiederum auf:

1. Die innere Drosselader, vena jugularis interna (Taf. 8; 1p).
2. Die äußere Drosselader, vena jugularis externa oder superficialis (Taf. 8; 1q).
3. Die vordere Drosselader, vena jugularis anterior (Taf. 8; 1r).
4. Die untere Schilddrüsenblutader, vena thyreoidea inferior (Taf. 8; 1r′).
5. Die Schlüsselbeinblutader, vena subclavia (Taf. 8; 1s), welche eine Fortsetzung der Achselblutader, vena axillaris, ist und die Speichenhautvene, vena cephalica (Taf. 8; 1v), aufnimmt.
6. Die innere Brustblutader, vena mammaria interna (Taf. 8; 1t), in welche die vordern Zwischenrippenblutadern, venae intercostales anteriores (Taf. 8; 1u) münden, während die hintern Zwischenrippenblutadern, venae intercostales posteriores (Taf. 9; 1q), in die unpaarige und halbunpaarige Blutader eintreten.

c) Lymphgefäße.

Den Hauptstamm der Lymphgefäße oder Saugadern, vasa lymphatica, bildet der Brustgang, ductus thoracicus oder truncus lymphaticus communis sinister (Taf. 8; 1w. Taf. 9; 1r), welcher in der Brusthöhle an der rechten und hintern Seite der großen absteigenden Körperpulsader, aorta thoracica descendens, liegt. In der Gegend des sechsten Brustwirbels steigt der Brustgang hinter der Speiseröhre in die Höhe und läuft im obersten Theile der Brusthöhle mehr an der linken Seite zwischen der Aorta und Speiseröhre, geht dann hinter dem Bogen der Aorta weg, erreicht in der Gegend des siebenten Halswirbels die linke Schlüsselbeinblutader, geht hinter dieser in die Höhe, beugt sich dann nach vorwärts und mündet in dem Winkel, den die linke Schlüsselbeinblutader mit der linken innern Drosselader bildet, in jene.

IV. Nerven.

Die auf unserer Tafel verzeichneten Nerven stammen entweder vom Gehirn und Rückenmark, oder sie gehören dem sympathischen Nerven an.

Von Gehirnnerven sind zu verzeichnen:

1. Der herumschweifende Nerv, nervus vagus (Taf. 8; 2α, s. auch Taf. 7; 2η), und
2. der Zungenfleischnerv, nervus hypoglossus (Taf. 8; 2β, s. auch Taf. 7; 2ϑ), mit dem herabsteigenden Aste, ramus descendens hypoglossi (Taf. 8; 2γ), welcher sich mit Nervenfäden vom herumschweifenden Nerven und vom Halsgeflecht verbindet und Aeste zum Herzgeflecht abgibt.

Von Rückenmarksnerven ist zu erwähnen:

1. Das Halsgeflecht, plexus cervicalis (Taf. 8; 2δ), von vordern Zweigen der vier obern Halsnerven mit den nach unten durch die Brusthöhle zum Zwerchfell gehenden Zwerchfellnerven, nervi phrenici.
2. Der große Hinterhauptsnerv, nervus occipitalis major, welcher aus dem zweiten Halsnerven entspringt.
3. Die Oberschlüsselbeinnerven, nervi supraclaviculares (Taf. 8; 1ϑ).
4. Das Armgeflecht, plexus brachialis (Taf. 8;

), von den vordern Zweigen der vier untern nd dem ersten Brustnerven ausgehend.
dem Armgeflecht nehmen folgende Nerven ihren ig:
er Schlüsselbeinnerv, nervus subclavius (Taf. 8; 1γ).
ie vordern Brustkastennerven, nervi thoracici anteriores (Taf. 8; 1δ), zwei bis fünf Stück.
ie hintern Brustkastennerven oder Rücken-schulterblattnerven, nervi thoracici posteriores (Taf. 8; 1ε).
Der mittlere Hautnerv des Arms, nervus cutaneus brachii medius (Taf. 8; 1ζ).
Der Elnbogennerv, nervus ulnaris oder cubitalis (Taf. 8; 1η).
Der Mittelarmnerv, nervus medianus (Taf. 8; 1 ϑ).
Der Speichennerv, nervus radialis (Taf. 8; 1ι).
dem sympathischen Nerven, nervus sym-is (Taf. 8; 2η), ist außer dem Stamm sichtbar:
Der oberste Halsknoten, ganglion cervicale supremum (Taf. 8; 2ϑ).
Der mittlere Halsknoten, ganglion cervicale medium oder thyreoideum (Taf. 8; 1ι).
Der untere Halsknoten, ganglion cervicale infimum (Taf. 8; 2κ).

V. Unterleibsorgane.

Erklärung der auf dieser Tafel dargestellten und Organe des Unterleibes siehe im Text zu 11, und zwar:
die Querfascie des Unterleibes, fascia transversalis abdominis (Taf. 8; 1X), auf S. 106;
das Bauchfell, peritoneum (Taf. 8; 1Y, 2VI), auf S. 106;
den Magen, ventriculus (Taf. 8; 2VII), auf S. 103;
das große Netz, omentum majus (Taf. 8; 2VIII), auf S. 106;
die Leber, hepar (Taf. 8; 2IX), auf S. 104.

Knochen und Bänder.

e Knochen und Bänder (Taf. 8; 1A und B, 1E O, 1Q bis 1T, 2A bis 2F und 2M) sind bei Tafel und 4 sowie bei Tafel 5 auf S. 27—28, 43—45, 59 erläutert.

Tafel 9.

ese Tafel zeigt uns in Figur 1 den geöffneten ax nach Entfernung sämmtlicher Brusteingeweide vorn gesehen, sowie den obern Theil des Rum-von hinten nach Entfernung der Haut, sodaß die en-, Rücken- und Schultermuskeln zur Darstellung ngen.

r 1. Der Thorax im senkrechten Quer-chschnitt nach Entfernung sämmtlicher Brusteingeweide von vorn gesehen.

. Os maxillare inferius, Unterkiefer.
. Os hyoideum, Zungenbein.
. Vertebra colli septima, siebenter Halswirbel.
. Costa prima, erste Rippe.
. Costa septima, siebente Rippe.
. Costa decima, zehnte Rippe.
. Claviculae pars acromialis, Schulterblattende des Schlüsselbeins.
. Scapula, Schulterblatt.
. Spina scapulae, Schultergräte.
I. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
K. Cavitas glenoidea scapulae dissecta, Durchschnitt durch die Gelenkfläche des Schulterblattes.
L. Caput humeri dissectum, durchschnittener Gelenkkopf des Oberarmbeins.
M. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
N. Cartilago cricoidea, Ringknorpel des Kehlkopfes.
O. Epiglottis, Kehldeckel.
P. Tracheae cartilagines annulares, Ringknorpel der Luftröhre.
Q. Bronchus sinister, linker Luftröhrenast.
Q′ Bronchus dexter, rechter Luftröhrenast, geöffnet.
R. Cartilago articularis cavitatis glenoidea scapulae dissecta, Gelenkknorpel der Gelenkfläche des Schulterblattes im Durchschnitt.
S. Membrana hyothyreoidea, Zungenbein-Schildknorpelhaut und Zungenbeinschildknorpelband.
T. Ligamentum thyreo-epiglotticum, Schild-Kehldeckelband.
U. Ligamentum cricothyreoideum oder conoideum, Ring-Schildknorpelband.
V. Ligamentum colli costae, Rippenhalsband.
W. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.
X. Tendo musculi bicipitis, Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
I. Tonsillae, Mandeln.
II. Uvula cum gandulis mucosis, Zäpfchen mit den Schleimdrüsen.
II′ Velum palatinum, Gaumensegel.
III. Membrana mucosa pharyngis, Schleimhaut des Rachens.
IV. Membrana mucosa tracheae ab extrema parte, Schleimhaut der Luftröhre von der äußern Seite gesehen.
V. Membrana mucosa tracheae, facies interna, innere Seite der Schleimhaut der Luftröhre.
VI. Membrana mucosa bronchi dextri, Schleimhaut des rechten Luftröhrenastes.
VIII. Diaphragma, Zwerchfell.
VII. Oesophagus, Speiseröhre.
VIII′ Pleura costalis, Rippentheil des Brustfells.
IX. Cardia ventricuii, Magenmund.
X. Ventriculus, Magen.
X′ Curvatura ventriculi major, große Magenkrümmung.
X″ Linea qua omentum majus rescitum est, Linie, von welcher das große Netz abgeschnitten ist.
XI. Hepatis pars sinistra divisa, Durchschnitt durch den linken Leberlappen.
XII. Vesicula fellea aperta, geöffnete Gallenblase.
XIII. Splen, Milz.
1. Musculus glosso-palatinus, Gaumen-Zungenmuskel.
2. Musculus pharyngopalatinus, Gaumenschlundkopfmuskel.
3. Musculus longus colli, langer Halsmuskel.
4. Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
5. Musculi intercostales externi, äußere Zwischenrippenmuskeln.
a. Arcus aortae, Aortenbogen.
b. Aorta thoracica descendens, absteigende Brustaorta.
c. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
d. Arteria carotis dextra communis, rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader.
e. Arteria subclavia dextra, rechte Schlüsselbeinpulsader.

f. Arteria vertebralis, Wirbelpulsader.
g. Arteria mammaria interna, innere Brustpulsader.
h. Arteria thyreoidea inferior, untere Schilddrüsenpulsader.
i. Arteria cervicalis ascendens, aufsteigende Nackenpulsader.
k. Arteria cervicalis superficialis, oberflächliche Nackenpulsader.
l. Arteria transversa scapulae, quere Schulterblattpulsader.
m. Arteria carotis communis sinistra, linke gemeinschaftliche Kopfpulsader.
n. Arteria subclavia sinistra, linke Schlüsselbeinpulsader.
o. Arteriae intercostales, Zwischenrippenpulsader.
p. Vena cava inferior, untere Hohlvene.
q. Venae intercostales posteriores, hintere Zwischenrippenpulsadern.
r. Ductus thoracicus, Brustgang.
α. Nervus vagus, herumschweifender Nerv.
β. Nervus recurrens oder nervus laryngeus inferior, rücklaufender oder unterer Kehlkopfnerv.
γ. Nervi tracheales inferiores, untere Luftröhrennerven.
δ. Plexus pulmonalis, Lungengeflecht.
ε. Plexus oesophageus anterior, vorderes Speiseröhrengeflecht.
ζ. Plexus gastricus anterior, vorderes Magengeflecht des Vagus.
η. Nervus sympathicus, sympathischer Nerv.
η′ Nervi sympathici ganglion cervicale supremi, oberer Halsknoten des sympathischen Nerven.
η″ Ganglion cervicale medium, mittlerer Halsnervenknoten.
η‴ Ganglion cervicale infimum, unterer Halsnervenknoten.

Figur 2. Der Thorax von hinten nach Entfernung der Haut.

A. Scapulae margo posterior, hinterer Rand des Schulterblattes.
B. Spina scapulae, Schultergräte.
C. Acromion, Schulterhöhe.
D. Extremitas acromialis claviculae, Schulterhöhenende des Schlüsselbeins.
E. Tuberculum majus ossis humeri, größerer Oberarmknochenhöcker.
F. Costae, Rippen.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
3. Musculus latissimus dorsi, breiter Rückenmuskel.
4. Musculus splenius capitis, Bauschmuskel des Kopfes.
5. Musculus splenius colli, Bauschmuskel des Halses.
6. Musculus levator anguli scapulae, Schulterblattheber.
7. Musculus rhomboideus minor, kleiner Rautenmuskel.
8. Musculus rhomboideus major, großer Rautenmuskel.
9. Musculus serratus posticus inferior, hinterer unterer Sägemuskel.
10. Musculus biventer cervicis, zweibäuchiger Nackenmuskel.
11. Musculus complexus cervicis, durchflochtener Nackenmuskel.
12. Musculus transversalis cervicis, querer Nackenmuskel.
13. Musculus lumbo-costalis, Lenden-Rippenmuskel.
14. Musculus longissimus dorsi, langer [illegible] muskel.
15. Musculus spinalis dorsi, Dornmuskel des [illegible]
16. Musculus obliquus abdominis externus [illegible] schiefer Bauchmuskel.
17. Musculus serratus anticus major, vorderer [illegible] Sägemuskel.
18. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
19. Musculus supraspinatus, Obergrätenmuskel.
20. Musculus infraspinatus, Untergrätenmuskel.
21. Musculus teres minor, kleiner runder [illegible] muskel.
22. Musculus teres major, großer runder [illegible] muskel.
23. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger [illegible] muskel.
24. Musculi intercostales externi, äußere [illegible] rippenmuskeln.
a. Arteria transversa scapulae, quere Schulterblatt pulsader.
b. Arteria circumflexa scapulae, umgebogene Schulterblattpulsader.
b′ Arteria dorsalis scapulae, Schulterblatt pulsader.
c. Arteria thoracica longa, lange Brustpulsader.
d. Rami musculares ex arteriis intercostalibus, Muskelzweige aus den Zwischenrippenpulsadern.
α. Nervus dorsalis scapulae, Schulterblattnerv.
β. Nervus suprascapularis, Oberschulterblattnerv.
γ. Nervi suprascapulares rami ad musculum supraspinatum, Zweige des Oberschulterblattnerven zum Obergrätenmuskel.
δ. Nervi suprascapulares rami ad musculum infraspinatum, Zweige des Oberschulterblattnerven zum Untergrätenmuskel.
ε. Nervus thoracicus dorsalis, Brustkastennerv.
ζ. Nervus circumflexus brachii oder Achselnerv.
η. Nervus cutaneus brachii posterior, Hautnerv des Arms.
ϑ. Nervi cutanei pectorales, Hautnerven der Brust.
ι. Rami posteriores nervorum cervicalium, Zweige der Halsnerven.
κ. Rami posteriores nervorum dorsalium, Zweige des Rückennerven.

Muskeln.

I. Muskeln am Nacken und Rücken.

A. Erste Schicht der Nacken-Rückenmuskeln.

1. Der Kappenmuskel, musculus cucullaris, trapezius (Taf. 6; 1_{10}. Taf. 7; 1_7. Taf. 9; 1_3).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut des Nackens und Rückens.

Ansätze:
a) Der äußere Hinterhauptsstachel, die [illegible] kreisförmige Linie des Hinterhauptbeins, das Nackenband und die Stachelfortsätze der Halswirbel.
b) Das Schulterblattende des Schlüsselbeins, die Schulterhöhe und die Schultergräte.

Wirkung:
Zieht die Schulter und mit dieser den [illegible] nach rückwärts, wirkt nur der obere Theil, so zieht er jene in die Höhe, wirkt dagegen [illegible] tere Theil, so zieht er dieselbe nach [illegible]

r breite Rückenmuskel, musculus latissimus dorsi (Taf. 8; 1_{17}. Taf. 9; 2_3. Taf. 12; 2_1).

egt nach unten von der Haut der Lenden- und Kreuzbeingegend, nach oben von dem Kappenmuskel bedeckt, und bildet mit seinem obern und äußern Theile die hintere Wand der Achselhöhle.

ge:

) Die Stachelfortsätze der sechs bis acht untern Brust-, sowie aller Lenden- und Kreuzbeinwirbel, ferner der hintere Theil des obern Randes des Darmbeins und die vier untern Rippen.

) Die spina tuberculi minoris, des Oberarmbeins.

ung:

ieht den Arm nach hinten an den Rumpf und ollt ihn dabei etwas nach innen.

weite Schicht der Nacken- und Rückenmuskeln.

tuskeln der zweiten Schicht am Nacken.

uschmuskel des Kopfes, musculus splenius capitis (Taf. 6; 1_{20}, 2_{10}. Taf. 9; 2_4).

edeckt vom Kappenmuskel und theilweise vom autenmuskel.

ge:

Die Stachelfortsätze des dritten bis siebenten Hals- und des ersten und zweiten Brustwirbels.

Der Warzenfortsatz des Schläfenbeins und die obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.

ung:

irken beide Muskeln gemeinschaftlich, so strecken den Kopf, wirkt nur einer, so zieht er den opf schief nach hinten.

uschmuskel des Halses, musculus splenius colli (Taf. 6; 1_{21}, 2_{20}. Taf. 9; 2_5).

eben dem Bauschmuskel des Kopfes an dessen äußerer Seite.

ge:

) Die Dornfortsätze des dritten bis fünften Brustwirbels.

) Die Querfortsätze des ersten bis dritten Halswirbels.

ung:

ieht den Hals schief nach hinten, wobei er denselben etwas dreht; wirken beide Muskeln zusammen, so strecken sie den Hals.

hulterblattheber, musculus levator anguli ae (Taf. 6; 1_{22}, 2_{21}. Taf. 7; 1_{12}. Taf. 8; 2_6. Taf. 9; 2_6).

eben dem Bauschmuskel des Halses, an dessen äußerer Seite.

ge:

) Die Querfortsätze des ersten bis vierten Halswirbels.

) Der obere, innere Winkel des Schulterblattes.

ung:

ieht das Schulterblatt in die Höhe.

tuskeln der zweiten Schicht am Rücken.

er kleine oder obere Rautenmuskel, lus rhomboideus minor oder superior (Taf. 6; 2_{22}. Taf. 9; 2_7).

:

zwischen dem hintern Rande des Schulterblattes und der Wirbelsäule.

Ansätze:

a) Die Dornfortsätze des sechsten und siebenten Halswirbels.

b) Der obere Theil der äußern Lippe des hintern Randes des Schulterblattes.

Wirkung:

Zieht das Schulterblatt nach rückwärts und dabei etwas nach oben.

2. Der größere oder untere Rautenmuskel, musculus rhomboideus major oder inferior (Taf. 9; 2_8).

Lage:

Am untern Rande des kleinen Rautenmuskels.

Ansätze:

a) Die Dornfortsätze des ersten bis vierten Brustwirbels.

b) Der untere Theil der äußern Lippe der Basis des Schulterblattes.

Wirkung:

Zieht das Schulterblatt nach rückwärts.

3. Der untere hintere Sägemuskel, musculus serratus posticus inferior (Taf. 9; 2q. Taf. 12; 2_3).

Lage:

Unter dem breiten Rückenmuskel in der Lendengegend.

Ansätze:

a) Die Dornfortsätze des elften und zwölften Brust-, sowie des ersten und dritten Lendenwirbels.

b) Der untere Rand der vier untern Rippen.

Wirkung:

Zieht die vier untern Rippen nach abwärts.

4. Der obere hintere Sägemuskel, musculus serratus posticus superior, ist auf unserer Tafel nicht sichtbar.

Lage:

Unter den Rautenmuskeln.

Ansätze:

a) Die Dornfortsätze des sechsten und siebenten Hals- sowie des ersten und zweiten Brustwirbels.

b) Die äußern Flächen der zweiten bis fünften Rippe in der Nähe der Rippenwinkel.

Wirkung:

Zieht die zweite bis fünfte Rippe in die Höhe.

C. Dritte Schicht der Nacken- und Rückenmuskeln.

Die Muskeln dieser Schicht liegen unter der vorhergehenden Schicht und entspringen zum größten Theil von den Querfortsätzen der Brustwirbel.

a) Muskeln der dritten Schicht am Nacken.

1. Der zweibauchige Nackenmuskel, musculus biventer cervicis (Taf. 6; 2_{18}. Taf. 9; 2_{10}).

Lage:

Unmittelbar neben dem Nackenbande oben vom Kappenmuskel, unten von den beiden Bauschmuskeln bedeckt.

Ansätze:

a) Die Querfortsätze des vierten bis sechsten Brustwirbels und die Dornfortsätze des dritten und vierten Brustwirbels.

b) Der mittlere Theil der obern halbkreisförmigen Linie des Hinterhauptsbeins.

Wirkung:

Zieht den Kopf nach hinten.

2. Der durchflochtene Nackenmuskel, musculus complexus cervicis (Taf. 9; 2_{11}).

Lage:

Nach außen vom zweibauchigen Nackenmuskel, mit welchem er verwachsen ist.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des ersten bis dritten Brustwirbels und die Gelenkfortsätze des dritten bis siebenten Halswirbels.
b) Die obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.

Wirkung:
Zieht den Kopf nach rückwärts.

3. Querer Nackenmuskel, musculus transversalis cervicis (Taf. 9; 2_{12}).

Lage:
An der Seite des Nackens.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des ersten bis sechsten Brustwirbels.
b) Die Querfortsätze des zweiten bis sechsten Halswirbels.

Wirkung:
Wirken die Muskeln beider Seiten zugleich, so strecken sie den Hals, wirkt nur einer, so wird der Hals nach der Seite dieses gebeugt.

Die übrigen Nackenmuskeln der dritten Schicht haben nicht dargestellt werden können, der Vollständigkeit wegen führen wir sie hier an, da man sich durch die Angabe der Ansätze ein Bild ihrer Lage machen kann, es sind:

4. Der Nacken-Warzenmuskel, musculus trachelo-mastoideus.

Lage:
Zwischen dem vorigen Muskel und dem durchflochtenen Nackenmuskel.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des fünften bis siebenten Hals-, sowie des ersten bis dritten Brustwirbels, und die Gelenkfortsätze des fünften bis siebenten Halswirbels.
b) Der hintere Theil des Warzenfortsatzes des Schläfenbeins.

Wirkung:
Zieht den Kopf nach rückwärts sowie nach seiner Seite.

5. Aufsteigender Nackenmuskel, musculus cervicalis ascendens.

Lage:
Zwischen dem queren Nackenmuskel, an dessen äußerer Seite er sich befindet, und zwischen dem hintern Rippenhalter, an der Seite des Halses.

Ansätze:
a) Der obere Rand der dritten bis sechsten Rippe in der Nähe der Rippenwinkel.
b) Die Querfortsätze des dritten bis sechsten Halswirbels.

Wirkung:
Beugt den Hals nach seiner Seite, kann auch die Rippen heben.

b) Muskeln der dritten Schicht am Rücken.

Es ist hier nur ein Muskel zu nennen, der jedoch in verschiedene Theile zerfällt:

Der gemeinschaftliche Rückgratsstecker, musculus sacro-lumbaris oder extensor trunci communis.

Lage:
Zu beiden Seiten der Wirbelsäule und an der hintern Fläche derselben, vom Kreuzbein bis herauf zum Nacken.

Ansätze:
Der gemeinschaftliche Bauch, die Hauptmasse des Muskels, welche zu beiden Seiten der Lendenwirbelsäule liegt, entspringt von der hintern Fläche des Kreuzbeins, von der tuberositas ossis ilei, und dem hintern Theile des Hüftbeinkammes, sowie von den Dornfortsätzen der Lendenwirbel.

In der Gegend der letzten Rippe theilt sich der gemeinschaftliche Bauch in zwei Partien, die nun getrennte Muskeln bilden, und zwar:

α. Den langen Rückenmuskel, musculus longissimus dorsi (Taf. 9; 2_{14}).

Lage:
Hinter den Querfortsätzen der Brustwirbel.

Ansatz:
In acht äußere Portionen getrennt am Halse der dritten bis zehnten Rippe, und in zwölf innere an den Querfortsätzen sämmtlicher Brustwirbel.

β. Den Lenden-Rippenmuskel, musculus lumbo-costalis (Taf. 9; 2_{13}).

Lage:
An den hintern Enden der Rippen, nach innen vom Rippenwinkel.

Ansatz:
In zwölf Portionen getrennt an dem untern Rande einer jeden Rippe in der Gegend des Rippenwinkels. Außerdem verbinden sich mit dem Muskel von dem obern Rande der sieben untern Rippen ausgehend Muskelbündel, die mit der Hauptmasse zu den höher gelegenen Rippen aufsteigen.

Wirkung:
Wirkt der Gesammtmuskel auf beiden Seiten, so streckt er den Rücken, zieht er sich jedoch nur auf der einen Seite zusammen, so beugt er die Wirbelsäule nach dieser. Der Lenden-Rippenmuskel zieht auch die Rippen nach abwärts.

Die übrigen Schichten der Nacken- und Rückenmuskeln, welche meist kürzer und kleiner sind, haben nicht zur Darstellung gelangen können, weshalb wir sie hier übergehen; erwähnen wollen wir nur noch den

Dornmuskel des Rückens, musculus spinalis dorsi (Taf. 9; 2_{15}).

Lage:
Zwischen dem langen Rückenmuskel an dessen innerer Seite und den Dornfortsätzen der Wirbel.

Ansätze:
a) Die Dornfortsätze des zehnten bis zwölften Brust-, sowie des ersten und zweiten Lendenwirbels.
b) Die Dornfortsätze des zweiten bis achten Brustwirbels.

Wirkung:
Dient mit zur Streckung der Wirbelsäule.

II. Halsmuskeln.

Kopfnicker, musculus sternocleido-mastoideus (Taf. 9; 2_1), siehe den Text zu Tafel 6, S. 71.

III. Brustmuskeln.

Vorderer großer Sägemuskel, musculus serratus anticus major (Taf. 9; 2_{17}), und die äußern Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales externi (Taf. 9; 2_{24}).

Ueber diese beiden Muskeln siehe den Text zu Tafel 7, S. 83 und 84.

IV. Schultermuskeln.

Die Muskeln an der Schulter finden sich abgebildet bei den Armmuskeln der Tafel 13, siehe deshalb wegen des:

1. Deltamuskels, musculus deltoideus (Taf. 9; 2_{18}), S. 114;
2. Obergrätenmuskels, musculus supraspinatus (Taf. 9; 2_{19}), S. 114;

Untergrätenmuskels, musculus infraspinatus
9; 2_{20}), S. 114;
kleinen runden Armmuskels, musculus
minor (Taf. 9; 2_{21}), S. 114;
großen runden Armmuskels, musculus
major (Taf. 9; 2_{22}), S. 114;
dreiköpfigen Muskels, musculus triceps
hii (Taf. 9; 2_{23}), S. 114.

V. Bauchmuskeln.

eußerer schiefer Bauchmuskel, musculus
quus abdominis externus (Taf. 9; 2_{16}), siehe den
zu Tafel 10 auf S. 97.

Gefäße.

I. Pulsadern.

ie Pulsadern (Taf. 9; 1a bis 1o) sind bereits
Tafel 8 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 89fg.
ie quere Schulterblattpulsader, arteria
sversa scapulae (Taf. 9; 2a), ist ein Zweig der
üsselbeinpulsader, von welcher sie ausgehend durch
Schulterblatteinschnitt zur Obergrätengrube des
lterblattes gelangt.
ie Schulterblattrückenpulsader, arteria dor-
scapulae (Taf. 9; 2b′), ist ein Ast der queren
tenpulsader, arteria transversa colli, welche
erum ein Zweig der Schlüsselbeinpulsader
Sie läuft an der Basis des Schulterblattes zwischen
Rautenmuskeln und dem vordern großen Säge-
kel.
ie umgebogene Schulterblattpulsader,
ria circumflexa scapulae (Taf. 9; 2_6), ist ein
der Unterschulterblattpulsader, arteria sub-
pularis; welche wiederum ein Zweig der Achsel-
sader ist. Von der Unterschulterblattpulsader
gehend schlägt sie sich um den vordern Rand des
lterblattes herum, um zur Untergrätengrube zu
ngen.
Die lange Brustkastenpulsader, arteria tho-
ca longa (Taf. 9; 2c), ist die Fortsetzung des
ammes der Unterschulterblattpulsader, welche an
Seite des Thorax herabläuft.
Die Muskelzweige aus den Zwischenrippen-
sadern, rami musculares ex arteriis inter-
alibus (Taf. 9; 2o), sind die nach hinten durch-
renden Rückenäste, rami dorsales oder posteriores,
hintern Zwischenrippenpulsadern.

II. Blutadern.

Die Blutadern, Taf. 9; 1p und 1q, sind bereits
Tafel 8 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 90.

III. Saugadern.

Der Brustgang, ductus thoracicus (Taf. 9; 2r),
bereits erwähnt im Text zu Tafel 8 auf S. 90.

Nerven.

Von Gehirnnerven finden wir auf dieser Tafel nur
n, den
herumschweifenden Nerv oder Lungenmagen-
v, nervus vagus oder nervus pneumogastricus
f. 9; 1α), in seinem Verlauf außerhalb der Schädel-
le. Hier steigt er zu beiden Seiten des Halses
Brusthöhle herab, innerhalb welcher er im cavum
diastini postici bis zum Zwerchfell herabsteigt,
ch dessen Speiseröhrenloch er hindurchtritt, um bis
n Magen zu gelangen.
Von Zweigen des herumschweifenden Nerven haben
hier zu erwähnen:
1. Den zurücklaufenden Nerven, nervus re-
rrens oder laryngeus inferior (Taf. 9; 1β), welcher im obern Theile der Brusthöhle sich vom Stamme abtrennt und rechts hinter der Schlüsselbeinpulsader, links um den Aortenbogen herum zurück zum Kehlkopf läuft.
2. Die untern vordern Luftröhrennerven, nervi tracheales inferiores oder bronchiales anteriores (Taf. 9; 1γ), welche mit den Luftröhrenästen zur Lunge verlaufen und das
Lungengeflecht, plexus pulmonalis (Taf. 9; 1δ), bilden.
3. Das Speiseröhrengeflecht, plexus oesophageus (Taf. 9; 1ε), welches die Fortsetzung der in zahlreiche Fäden zerspaltenen Stämme der herumschweifenden Nerven ist, die vielfach untereinander anastomosiren und ein vorderes und hinteres Speiseröhrengeflecht, plexus oesophageus anterior (Taf. 9; 1ε) und posterior, bilden.
Das Ende des herumschweifenden Nerven bildet schließlich das
Magengeflecht, plexus gastricus (Taf. 9; 1ξ), welches die Fortsetzung des Speiseröhrengeflechts ist und sich an der vordern und hintern Magenwand ausbreitet, zu welcher es durch das foramen oesophageum gelangt.

Rückenmarksnerven.

Die auf dieser Tafel vorkommenden Rückenmarksnerven stammen entweder vom Armgeflecht oder von den Brustnerven her. Von erstern kommen:
1. Der Schulterblattrückennerv, nervus dorsalis scapulae oder thoracius posterior (Taf. 9; 2α).
2. Der Oberschulterblattnerv, nervus suprascapularis (Taf. 9; 2β), der durch die incisura scapulae zum Schulterblatt gelangt und sich zerspaltet in:
a) den Zweig zum Obergrätenmuskel, ramus ad musculum supraspinatum (Taf. 9; 1γ),
b) den Zweig zum Untergrätenmuskel, ramus ad musculum infraspinatum (Taf. 9; 2δ).
3. Der Brustrückennerv, nervus thoracicus dorsalis (Taf. 9; 2ε).
4. Der Achselnerv, nervus axillaris oder circumflexus brachii (Taf. 9; 2ζ), von welchem der
hintere Hautnerv des Armes, nervus cutaneus posterior brachii (Taf. 9; 2η), ein Zweig ist.
5. Die hintern Aeste der Halsnerven, rami posteriores nervorum cervicalium (Taf. 9; 2ι), welche nach hinten die Muskeln durchbohren.
Von Brustnerven haben wir:
1. Die Hautnerven der Brust, nervi cutanei pectorales (Taf. 9; 2ϑ), welche die Fortsetzung der Zwischenrippennerven sind.
2. Die hintern Zweige, rami posteriores nervorum dorsalium (Taf. 9; 2κ), welche die Rückenmuskeln durchbohren.

Sympathischer Nerv.

Der Sympathische Nerv, nervus sympathicus (Taf. 9; 1η), ist bereits bei Tafel 7 und 8 abgehandelt worden, ebenso der obere, mittlere und untere Halsknoten, ganglion cervicale supremum, medium und infimum nervi sympathici (Taf. 9; 1η′, 1η″, 1η‴), weshalb wir auf S. 85 und 91 verweisen.

Hals- und Brusteingeweide.

Die Erklärung der Hals- und Brusteingeweide (Taf. 9; 1M bis 1Q und 1Q′, 1S bis 1U, sowie 1I bis 1VII und 1VIII′), findet sich im Text zu Tafel 6 und Tafel 8, siehe deshalb S. 73 und 87 fg.

Baucheingeweide.

Die Baucheingeweide (Taf. 9; 1 VIII bis 1 XIII) werden abgehandelt bei Tafel 11, s. deshalb S. 102 fg.

Knochen.

Die Knochen (Taf 9; 1 A bis 1 L und 2 A bis 2 E) sind bei Tafel 2, 3 und 4 auf S. 27 fg., 35 fg. u. 43 fg. erläutert.

Tafel 10.

Der Unterleib, abdomen, ist der Theil des Rumpfes, welcher unterhalb der Brust liegt, und bis zum Becken reicht. Sein vorderer Theil heißt der Bauch, venter, der hintere das Lendenstück, regiones lumbares. Der Bauch wiederum wird in drei Bezirke eingetheilt: in die Oberbauchgegend, regio epigastrica, welche den Raum vom Schwertfortsatz des Brustbeins und der Herzgrube bis zum untern Rand der Rippen und bis in die Nähe des Nabels einnimmt, in die mittlere Bauchgegend, regio mesogastrica, in welcher der Nabel der Mittelpunkt ist und welche sich von der untern Grenze der Oberbauchgegend bis zu einer Linie erstreckt, welche von dem obern vordern Hüftbeinstachel der einen Seite zu dem der andern Seite gezogen wird, und in die Unterbauchgegend, regio hypogastrica, welche von obengenannter Linie bis zum Schambogen und den horizontalen Aesten der Schambeine reichen. Die Oberbauchgegend wird wiederum in die rechte und linke Unterrippengegend, hypochondrium dextrum und sinistrum oder regio hypochondriaca dextra und sinistra, sowie in die zwischen diesen beiden mitten innen liegende Oberbauchgegend im engern Sinne, von welcher die Herzgrube, anticardium, den obersten Abschnitt bildet, getheilt. Desgleichen unterscheidet man bei der mittlern Bauchgegend eine rechte und linke Darmbeingegend, regio iliaca dextra und sinistra, welche die Weichen einnehmen und über dem mittlern Theile der beiden Darmbeinkämme liegen, während der nach vorn dazwischen sich befindende Abschnitt die Nabelgegend, regio umbilicalis, genannt wird. Endlich wird der hinterste, zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegene Theil dieser Bauchgegend die Lendengegend, regio lumbaris, genannt. Bei der Unterbauchgegend unterscheidet man noch einen mittlern Theil, regio hypogastrica medialis, und zwei seitliche Theile, die Leistengegend, regio hypogastrica lateralis oder inguinalis.

Figur 1. Vorderansicht des Unterleibes, die rechte Seite nach Entfernung der Haut, die linke Seite nach Entfernung des äußern schiefen Bauchmuskels.

A. Costa septima, siebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Spina anterior superior ossis ilium, vorderer oberer Darmbeinstachel.
D. Os pubis, Schambein.
E. Cartilago costarum spuriarum, Knorpel der falschen Rippe.
F. Linea alba, weiße Linie.
G. Ligamentum Poupartii, Leistenband oder Schenkelbogen.
H. Aponeurosis musculi obliqui abdominis externi, Sehne des äußern schrägen Bauchmuskels.
J. Annulus abdominis externus, äußerer Bauchring.
K. Aponeurosis musculi obliqui abdominis interni, Sehne des innern schrägen Bauchmuskels.
L. Fascia musculi recti abdominis, Sehnenscheide des geraden Bauchmuskels.
M. Tunica dartos scroti, Fleischhaut des Hodensacks.
N. Ligamentum suspensorium penis, Aufhängeband des Gliedes.
O. Fascia lata femoris, Oberschenkelbinde.
P. Fossa semicircularis, halbovale Grube.
I. Testis cuti scrotali obductus, Hoden mit der Haut des Hodensackes überzogen.
II. Testis musculo cremastro obductus, Hoden mit dem Hodenmuskel bedeckt.
III. Glandula lymphatica, Lymphdrüse.
IV. Penis facia superficiali obductus, Glied mit Oberhaut bedeckt.
V. Glans penis, Eichel.
1. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
2. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
3. Musculus cremaster, Hodenmuskel.
4. Musculus rectus abdominis, gerader Bauchmuskel.
5. Musculi intercostales externi, äußere Zwischenrippenmuskeln.
6. Musculus sartorius in fascia lata, Schneidermuskel in der Oberschenkelbinde eingeschlossen.
7. Musculus tensor fasciae latae, Schenkelbindespanner.
a. Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchbedeckenpulsader.
b. Arteriae pudendae externae, äußere Schamadern.
c. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
d. Vena cruralis, Schenkelblutader.
e. Vena saphena magna, große Rosenader.
f. Venae cutaneae femoris, Hautvenen des Oberschenkels.
α. Nervus ileoinguinalis, Hüftleistennerv.

Figur 2. Vorderansicht des Unterleibes, die rechte Seite nach Entfernung des äußern schiefen Bauchmuskels, die linke Seite nach Entfernung sämmtlicher Bauchdecken.

A. Costa septima, siebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Processus xiphoideus sterni, Schwertfortsatz des Brustbeins.
D. Spina anterior superior ossis ilium, vorderer oberer Hüftbeinstachel.
E. Crista iliaca, Hüftbeinkamm.
F. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
G. Cartilagineum costalium pars, Theil der Knorpel der falschen Rippen.
H. Aponeurosis musculi transversi abdominis, Sehne des queren Bauchmuskels.
J. Pars fasciae transversae, Theil der Querbinde des Unterleibes, welche die gemeinsame Scheide des Samenstranges und Hodens bildet.
K. Paries postica canalis inguinalis, hintere Wand des Leistenkanals.
L. Ligamentum suspensorium penis, Aufhängeband des Gliedes.
M. Ligamentum Poupartii, Leistenband.
M′ Ligamentum Gimbernati, Gimbernatisches Band.
N. Fascia lata femoris, pars superior, oberer Theil der Schenkelbinde.
O. Umbilicus, Nabel.
I. Testiculus, Hoden.
II. Corpus cavernosum penis, Schwellkörper des Gliedes im Durchschnitt.
III. Glans penis, Eichel.
IV. Urethrae, pars anterior, vorderer Theil der Harnröhre.

Fossa navicularis urethrae oder Morgagnii, Morgagnische Grube der Harnröhre.
Vesicae urinariae facies anterior, vordere Seite der Harnblase.
Pleura costalis, Rippentheil des Brustfells.
Pleura diaphragmatica, Zwerchfelltheil des Brustfells.
Pulmo, Lunge.
Ventriculus, Magen.
Omentum majus, großes Netz.
Intestinum ileum, Krummdarm.
Musculus rectus abdominis, gerader Bauchmuskel.
Inscriptiones tendineae, sehnige Querstreifen des geraden Bauchmuskels.
Musculus pyramidalis abdominis, Pyramidenmuskel des Unterleibes.
Musculus transversus abdominis, querer Bauchmuskel.
Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
Musculus sartorius, Schneidermuskel.
Musculus tensor fasciae latae, Spanner der Oberschenkelbinde.
Musculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
Musculus pectineus, Kammmuskel.
Musculus adductor femoris longus, langer Zuzieher des Beins.
Musculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
Musculus iliacus internus, innerer Hüftbeinmuskel.
Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
Musculus rectus externus, äußerer großer Schenkelmuskel.
Musculus cruralis, Oberschenkelmuskel.
Arteria cruralis, Oberschenkelpulsader.
Arteria circumflexa ilium, Kranzpulsader der Hüfte.
Arteria epigastrica interna oder inferior, innere oder untere Bauchdeckenpulsader.
Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchdeckenpulsader.
Arteria pudenda externa, äußere Schampulsader.
Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
Arteria circumflexa femoris externa, äußere Kranzpulsader des Oberschenkels.
Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, absteigender Ast der äußern Kranzpulsader des Oberschenkels.
Arteria dorsalis penis, Rückenpulsader des Gliedes.
Vena cruralis, Schenkelblutader.
Vena epigastrica, Bauchdeckenblutader.
Vena saphena magna, große Rasenader.
Nervus cruralis, Schenkelnerv.

Muskeln.

I. Bauchmuskeln.

e Bauchmuskeln, musculi abdominis, zerfallen
uskeln an der Seitenwand, an der vordern Wand
an der hintern Wand des Bauches.

Muskeln an der Seitenwand des Bauches.

eußerer schiefer Bauchmuskel, musculus
quus abdominis externus (Taf. 7; 1_{19}. Taf. 9; 2_{16}. Taf. 10; 1_1).

e:
Zu beiden Seiten des Bauches, unmittelbar unter der Haut desselben.

äße:
a) Mit acht Zacken am untern Rande der acht untern Rippen, zwischen den Zacken des vordern großen Sägemuskels und des breiten Rückenmuskels sich einschiebend.
b) Die weiße Linie des Bauches, linea alba (Taf. 10; 1 F), der Dornfortsatz des horizontalen Astes des Schambeins und der Schambeinkamm, sowie der äußere Rand des Hüftkamms.

Wirkung:
Verengt die Bauchhöhle, und wirkt dadurch auf die Entleerung des Darm- und Blaseninhalts u. s. w., zieht auch die Rippen nach abwärts.

2. Innerer schiefer Bauchmuskel, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 7; 1_{20}. Taf. 10; 1_2).

Lage:
Unter dem äußern schiefen Bauchmuskel.

Ansätze:
a) Die äußere Hälfte des Leistenbandes, der Hüftkamm und die Rückenlendenfascie.
b) Die untern Ränder der drei untersten Rippen und die weiße Linie des Bauches.

Wirkung:
Wie der äußere schräge Bauchmuskel.

3. Querer Bauchmuskel, musculus transversus abdominis (Taf. 10; 2_3).

Lage:
Unter dem innern schiefen Bauchmuskel.

Ansätze:
a) Die innere Fläche der sieben untern Rippenknorpel, die Rückenlendenfascie, der innere Rand des Hüftbeinkammes und die äußere Hälfte des Leistenbandes.
b) Die weiße Linie.

Wirkung:
Schnürt den Leib zusammen.

b) Muskeln an der vordern Wand des Bauches.

1. Gerader Bauchmuskel, musculus rectus abdominis (Taf. 7; 1_{24}. Taf. 10; 1_4, 2_1).

Lage:
Neben der Mittellinie des Bauches, eingehüllt in der fascia recto-abdominalis (Taf. 10; 1 L). Beide Muskeln werden durch die weiße Linie, linea alba (Taf. 10; 1 F), voneinander getrennt. Die geraden von oben nach unten verlaufenden Fleischbündel dieses Muskels sind von drei, zuweilen von vier ziemlich gleich weit voneinander entfernten sehnigen Querstreifen (Taf. 7; 1_{23}. Taf. 10; $1_1'$) durchsetzt, die jedoch meistentheils nicht durch die ganze Dicke des Muskels gehen und oft auch nicht die ganze Breite desselben einnehmen; stets sind sie aber mit der Sehnenscheide des Muskels verwachsen.

Ansätze:
a) Die vordere Fläche des fünften bis siebenten Rippenknorpels und der Schwertfortsatz des Brustbeins.
b) Die Schambeinfuge.

Wirkung:
Verengt die Bauchhöhle, zieht die Rippen nach abwärts und beugt den Rumpf nach vorn.

2. Der Pyramidenmuskel des Unterleibes musculus pyramidalis abdominis (Taf. 10; 2_2).

Lage:
Am untern Ende des geraden Bauchmuskels, denselben an dieser Stelle bedeckend, zu beiden Seiten der weißen Linie.

Ansätze:
a) Der innere Theil des horizontalen Astes des Schambeins und die Schambeinfuge.
b) Die weiße Linie.

Wirkung:
Spannt die weiße Linie.

3. Hodenmuskel, musculus cremaster (Taf. 10; 1 H, 1_8).

Lage:
Am Samenstrange, ausgehend vom innern schiefen Bauchmuskel, von welchem der Hodenmuskel ein abgetrennter Theil ist.

Ansätze:
a) Der innere schiefe Bauchmuskel.
b) Die gemeinschaftliche Scheidenhaut des Samenstranges und Hodens.

Wirkung:
Zieht den Hoden in die Höhe.

c) Muskeln an der hintern Wand der Bauchhöhle.

Viereckiger gerader Lendenmuskel, musculus quadratus lumborum. Hat nicht zur Darstellung gelangen können. Der Vollständigkeit wegen und da man sich leicht seine Lage und sein Bild vorstellen kann, führen wir ihn hier an.

Lage:
Neben den Lendenwirbeln.

Ansätze:
a) Der innere Rand des hintern Theils des Darmbeinkammes, das Darmbeinlendenband und der Querfortsatz des fünften Lendenwirbels.
b) Die Querfortsätze der vier obern Lendenwirbel, und der untere Rand des hintern Endes der zwölften Rippe.

Wirkung:
Biegt die Wirbelsäule nach seiner Seite, und zieht die zwölfte Rippe nach abwärts.

Nach oben gegen die Brusthöhle wird die Bauchhöhle von dem Zwerchfell, diaphragma (Taf. 10; 2 VIII), abgeschlossen. Dasselbe ist bereits bei Taf. 8 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 87.

Hier lassen sich zugleich am zweckmäßigsten einige sehnige Gebilde besprechen, die zu den Muskeln der vordern und seitlichen Bauchwand in innigster Beziehung stehen. Es sind:

Die weiße Linie, linea alba (Taf. 7; 1_{31}. Taf. 10; 1F), welche von den in der Mittellinie des Bauches zusammenstoßenden Sehnen der seitlichen Bauchmuskeln gebildet wird. Sie läuft vom Schwertfortsatz des Brustbeins zur Schambeinfuge. Auf ihr liegt der Nabel, umbilicus (Taf. 10; 20).

Das Leisten- oder Schenkelband, Ligamentum Poupartii oder arcus cruralis (Taf. 10; 1 G, 2 M. Taf. 11; 2 K). Dasselbe wird gebildet von dem untern nach innen umgerollten Rande der Aponeurose des äußern schiefen Bauchmuskels, aponeurosis musculi obliqui abdominis externi (Taf. 10; 1 H), welcher sich von dem obern vordern Darmbeinstachel schief nach innen und unten zur Schambeinfuge erstreckt. Durch die Umrollung des freien Saumes der Aponeurose entsteht eine Rinne, in welcher der Samenstrang verläuft. Derselbe durchbohrt die Aponeurose nach vorn, welche Spalte der äußere Bauchring, annulus abdominalis externus oder inguinalis externus (Taf. 10; J), genannt wird, im Gegensatz zum innern Bauchring, annulus abdominalis internus, womit die nach der Bauchhöhle zu sehende Oeffnung des Leistenkanals, canalis inguinalis, bezeichnet wird, in welchem der Samenstrang verläuft. Die hintere Wand des Leistenkanals (Taf. 10; 2 K) wird auch von dem hintern Theile der Sehne des innern schiefen Bauchmuskels, aponeurosis musculi obliqui abdominis interni (Taf. 10; 1 K), und der Sehne des innern Bauchmuskels, aponeurosis musculi transversi abdominis (Taf. 10; 2 H), gebildet.

Das Gimbernatische Band, ligamentum Gimbernati (Taf. 10; 2 M'), ist der Theil des Leistenbandes, welcher sich in Gestalt eines dreieckigen schmalen Streifens an den Schambeinkamm ansetzt.

Die Querfascie des Unterleibes, fascia transversa abdominis (Taf. 8; 1 X), ist eine sehnige Haut, welche den queren Bauchmuskel an seiner Innenfläche überzieht und am Leistenkanal sich in demselben bis zum Hoden erstreckt.

II. Brustmuskeln.

Die äußern und innern Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales externi (Taf. 10; 2_4) und interni (Taf. 10; 2_4), sind bereits bei Taf. 8 behandelt worden, weshalb wir auf S. 84 u. 85 verweisen.

III. Muskeln an der untern Extremität.

Die Muskeln der untern Extremität werden wir finden ihre Erklärung erst bei Taf. 14, siehe deshalb wegen des

1. Schneidermuskels, musculus sartorius (Taf. 10; 1_6, 2_3), S. 126;
2. Spannmuskels der Oberschenkelbinde, musculus tensor fasciae latae (Taf. 10; 1_7, 2_4) und der Oberschenkelbinde, fascia lata femoris (Taf. 10; 2 N), und der balbovalen Grube, fossa ovalis (Taf. 10; 1 P), S. 125;
3. geraden Oberschenkelmuskels, musculus rectus femoris (Taf. 10; 2_7), S. 126;
4. Kammmuskels, musculus pectineus (Taf. 10; 2_8), S. 126;
5. langen Zuziehers des Beins, musculus adductor longus femoris (Taf. 10; 2_9), S. 126;
6. schlanken Schenkelmuskels, musculus gracilis (Taf. 10; 2_{10}), S. 126;
7. innern Hüftbeinmuskels, musculus iliacus internus (Taf. 10; 2_{11}), S. 124;
8. großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 10; 2_{12}), S. 124;
9. äußern großen Schenkelmuskels, musculus rectus externus (Taf. 10; 2_{13}), S. 126;
10. Oberschenkelmuskels, musculus crureus (Taf. 10; 2_{14}), S. 126.

Blutgefäße.

Die Pulsadern (Taf. 10; 1a bis 1c und 2a bis 2c) sowie die Blutadern (Taf. 10; 1d bis 1f und 2d bis 2m) werden erwähnt bei Taf. 12, S. 110.

Nerven.

Ueber die Nerven (Taf. 10; 1α und 2α) siehe den Text zu Taf. 12, S. 110.

Brusteingeweide.

Die Erklärung der Brusteingeweide (Taf. 10; 1 I bis 2 IX), siehe bei Taf. 8, S. 88.

Baucheingeweide.

Die Erklärung der Baucheingeweide (Taf. 10; 1 X bis 2 XII) siehe bei Taf. 11, S. 102—106.

Harnorgane.

Der Harnapparat oder die Harnorgane, organa urinaria, bestehen in ihren Hauptteilen aus den Nieren, den Harnleitern, der Harnblase und der Harnröhre.

Nieren.

Nieren, renes (Taf. 12; 1 VII), sind zwei schlauchförmigen Drüsen gebaute Organe von nförmiger Gestalt, welche in der rechten und linken ngegend, zur Seite des ersten bis dritten Lendens, vor den zwei letzten Rippen und dem obern des viereckigen Lendenmuskels liegen. An jeder unterscheidet man eine vordere und hintere Fläche, schwach gewölbt sind, und zwar die erstere mehr e letztere, sowie einen äußern größern stark con- und einen innern kleinen concaven Rand. In letztern befindet sich ein Längeneinschnitt, renalis, in welchem die Gefäße in die Nieren ten, sowie zugleich mit dem Harnleiter nach gelangen.

Harnleiter.

r Harnleiter oder Harngang, ureter (Taf. 12;), ist eine lange, enge, cylindrische Röhre, welche dem Nierenbecken, pelvis renalis, hervorgeht, nach unten zum Becken läuft, wo sie an der n untern Seite der Blase die Wand derselben durchbohrt.

Harnblase.

Harnblase oder Urinblase, vesica urinaria 10; 2 VI. Taf. 11; 1 XI, 2 XVI), ist ein häutiger, cher Sack, welcher im kleinen Becken unmittelbar der Schambeinfuge und den Schambeinen liegt. unterscheidet an der Blase, welche aus einer Schleim- und einer darauffolgenden Muskelhaut , den Körper, corpus vesicae, den mittlern den Scheitel, vertex, die obere Wölbung, und rund, fundus vesicae, der nach vorn in den enhals, collum vesicae, übergeht, aus welchem arnröhre ihren Ursprung nimmt und wo beim e die Vorsteherdrüse, prostata (Taf. 11; 2 XVII), An der Seite des Körpers der Harnblase liegen eitenbänder, ligamenta vesicae lateralia (Taf. 11; , welche nach aufwärts convergirend zum Nabel fen, die Ueberbleibsel der frühern Nabelpuls- des fötalen Blutkreislaufs. Von dem Scheitel lase geht gleichfalls ein Band zum Nabel in die , das mittlere Blasenband, ligamentum le medium oder ligamentum suspensorium e, auch Harnstrang, urachus (Taf. 11; 1 G) ut, welcher gleichfalls ein Rest des embryonalen s ist.

Harnröhre.

Harnröhre, urethra (Taf. 10; 2 IV. Taf. 11; , ist eine runde, mit Schleimhaut ausgekleidete , welche den Ausführungsgang der Harnblase Sie erstreckt sich vom Blasenhalse nach vor- bwärts, und läuft unter der Schambeinfuge hin- um sich an den äußern Geschlechtstheilen zu . Die mit der Blase in Verbindung stehende ung der Harnröhre heißt die Blasenöffnung, n vesicale, während die nach außen gerichtete ung die Hautöffnung, ostium cutaneum, ge- wird.

sentlich verschieden ist die weibliche von der lichen Harnröhre, während jene kurz, etwa $1^1/_2$ lang und weit ist, ist diese enger und länger, s Zoll lang.

der männlichen Harnröhre unterscheidet man theile, den hintern oder Anfangstheil, auch er von der Vorsteherdrüse umgeben ist, Vor- erdrüsentheil, pars prostatica urethrae, ge- t, den häutigen Theil, pars membranacea urethrae, welcher der engste ist und unter dem Schambogen liegt, und den schwammigen Theil, corpus cavernosum urethrae. Der letztere ist der längste, beginnt mit einem dicken Körper, der Harnröhrenzwiebel, bulbus urethrae (Taf. 11; 1 XIV), und endet auf der Spitze der Eichel, innerhalb welcher sie sich zu der Fossa navicularis urethrae (Taf. 10; 2 V), erweitert.

Geschlechtstheile.

Die Geschlechtstheile oder Zeugungsorgane, organa genitalia oder sexualia, sind zweierlei Art, männliche und weibliche. In unsern Abbildungen haben nur die erstern einen Platz gefunden, weshalb wir diese auch nur einer Betrachtung unterwerfen.

Männliche Geschlechtstheile.

An den männlichen Geschlechtstheilen, organa genitalia virilia, unterscheidet man den Hodensack, die Hoden, den Samenstrang mit dem Samenleiter, die Samenbläschen und die Vorsteherdrüse sowie das männliche Glied.

Hodensack.

Der Hodensack, scrotum (Taf. 10; 1 I), wird durch die äußere Haut gebildet, welche zwischen den beiden Schenkeln und vor dem Schambogen beutelförmig herabhängt. Derselbe wird in verticaler Richtung durch eine linienförmige Erhabenheit, die Naht, raphe, welche vom Gliede rückwärts über den Damm bis zum After verläuft, in zwei Hälften getheilt, die auch im Innern durch eine Scheidewand getrennt werden. An den Hodensack nach innen legt sich die Fleischhaut, tunica dartos (Taf. 10; 1 M), die durch lockeres Zellgewebe mit der äußern Haut verwachsen ist, und sich nach oben in die oberflächliche Fascie des Bauches, Dammes und des Gliedes verliert.

Hoden.

Die Hoden, testes oder testiculi, auch orchides und didymi genannt (Taf. 10; 1 I, 1 II, 2 I. Taf. 11; 1 XV), sind zwei länglich ovale Körper, ungefähr von der Größe und Gestalt eines Taubeneies, welche eingehüllt in der gemeinsamen Scheidenhaut des Hodens, tunica vaginalis propria testis (Taf. 11; 1 XVI), und bedeckt vom Hodenmuskel, musculus cremaster (Taf. 10; 1 II), im Hodensack nur durch die Scheidewand des Hodensackes, septum scroti, voneinander getrennt, liegen. Jeder Hode besteht aus dem eigentlichen Hoden, testis oder didymus (Taf. 11; 1 XV), welcher aus röhrenförmigen Drüsen zusammengesetzt ist, die durch eine fibröse Kapsel, die weiße Haut, tunica albuginea (Taf. 11; 1 XV), zusammengehalten werden, und dem Nebenhoden, epididymis (Taf. 11; 1 XVI'), einem länglichen, cylinderförmigen Körper, in welchen die Drüsenschläuche des Hodens münden. Derselbe entspringt am obern Ende des Hodens, welcher Theil des Nebenhodens der Kopf, caput epididymidis, genannt wird. Er verläuft dann an der hintern Seite des Hodens, wo er mit seinem untern Ende, dem Schwanze, cauda epididymidis, in den Samenleiter, vas deferens, übergeht. Der mittlere Theil des Nebenhodens heißt der Körper, corpus epididymidis. Der Nebenhoden bildet eine vielfach gewundene Röhre, die wie eine Wulst an der hintern Seite des Hodens liegt.

Samenstrang.

Der Samenstrang, funiculus spermaticus (Taf. 11; 1 XVII, 2 XVIII), welcher sich vom untern Ende des Nebenhodens, im Hodensacke verlaufend, zum äußern Leistenringe begibt, dann im Leistenkanal verläuft, und

durch den innern Leistenring in die Bauchhöhle gelangt, ist von rundlicher Gestalt. Er besteht aus dem Samenleiter oder Samengang, vas deferens, den Blut- und Lymphgefäßen, sowie den Nerven des Hodens, und wird von der gemeinsamen Scheidenhaut des Hodens und Samenstrangs, tunica vaginalis communis testis et funiculi spermatici (Taf. 10; 2J), umhüllt, um welche letztere sich noch der Hodenmuskel lagert.

Der Samenleiter, vas deferens, ein cylindrischer Kanal, von Rabenkielgröße, ist die Fortsetzung des Nebenhodens, und verläuft im Samenstrang. Bei seinem Eintritt in die Bauchhöhle durch den innern Leistenring trennt er sich vom Samenstrang und läuft zum Blasengrund. Daselbst nähern sich die beiderseitigen Samenleiter immer mehr, sodaß sie dicht nebeneinander liegen. Sie gehen dann zur Vorsteherdrüse und münden, nachdem sie zuvor die Ausführungsgänge der an ihren äußern Seiten gelegenen Samenbläschen aufgenommen haben, in den Vorsteherdrüsentheil der Harnröhre.

Samenbläschen.

Die Samenbläschen, vesiculae seminales oder spermaticae, sind zwei längliche häutige Säckchen, die am Blasengrunde nach außen von den Samenleitern liegen, mit welchen sich ihr Ausführungsgang zu dem Ausspritzungsgang, ductus ejaculatorius, vereinigt, der wie schon erwähnt in den Anfangstheil der Harnröhre mündet.

Vorsteherdrüse.

Die Vorsteherdrüse, glandula prostata (Taf. 11; 2XVII), ist eine traubige Drüse von der Form einer Kastanie, welche dicht vor dem Blasenhalse liegt und den Anfangstheil der Harnröhre umgibt.

Männliches Glied.

Das männliche Glied oder die Ruthe, membrum virile oder penis (Taf. 10; 1IV), auch priapus genannt, ist ein länglicher Körper von schwammiger Beschaffenheit, an dessen unterer Seite die Harnröhre liegt. Der hintere an den Schambeinen befestigte Theil des Gliedes heißt die Wurzel, radix penis, an welcher sich das Aufhängeband der Ruthe, ligamentum suspensorium penis (Taf. 10; 1N, 2L), befindet. Der obere Theil des Gliedes heißt der Rücken, dorsum penis, welcher breit und flach ist, und im erschlafften Zustande nach vorn sieht. Zusammengesetzt wird das Glied aus den zwei Schwellkörpern, corpora cavernosa penis (Taf. 10; 2II. Taf. 11; 1XIII), zwei walzenförmigen, von einer starken fibrösen Hülle, der weißen Haut, tunica albuginea, umgebenen Körpern. In der durch die beiden aneinander stoßenden Schwellkörper gebildeten Rinne an der untern Fläche des Gliedes liegt die Harnröhre. Nach vorn werden die beiden Schwellkörper von der Eichel, glans penis, auch balanus oder caput penis genannt (Taf. 10; 1V, 2III), umfaßt, welche die Gestalt eines abgestumpften Kegels hat, und von der Harnröhre durchbohrt wird, welche auf dem Scheitel der Eichel nach außen mündet. Innerhalb der Eichel erweitert sich auch die Harnröhre zu der sogenannten Morgagnischen Grube, fossa Morgagni oder navicularis (Taf. 10; 2V). Die Basis der Eichel wird von einem wulstigen abgerundeten Rande umgeben, welcher die Krone, corona glandis, heißt. Wie die Schwellkörper, wird auch die Eichel von der äußern Haut überzogen, die hier den Namen Vorhaut, praeputium, führt und sich von der Eichel zurückstreifen läßt, indem sie nur um die Krone herum, sowie durch das Bändchen, frenulum praeputii, an der untern hintern Seite der Eichel, festgewachsen ist. Die innere Platte der Vorhaut geht an der Krone unmittelbar auf die Eichel über.

Knochen und Bänder.

Die Erklärung der auf dieser Tafel vorkommenden Knochen und Bänder (Taf. 10; 1A bis 1Z und 2A bis 2G) siehe im Text zu den Tafeln 1, 4 und 5 auf S. 45 und 59.

Tafel 11.

Figur 1. Der Unterleib nach Entfernung sämmtlicher Bauchdecken und des Netzes.

A. Costa septima, siebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Spina anterior superior ossis ilei, vordere oberer Hüftbeinstachel.
D. Crista ossis ilei, Hüftbeinkamm.
E. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
F. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Ast des Schambeins.
G. Ligamentum vesicale medium, mittleres Harnblasenband.
G′ Ligamentum vesicale laterale, seitliches Harnblasenband.
H. Peritonei pars, Theil des Bauchfells.
J. Pleura costalis, Rippentheil des Brustfells.
J′ Pleura diaphragmatica, Zwerchfelltheil des Brustfells.
K. Ligamentum Poupartii, Leistenband.
L. Ligamentum suspensorium hepatis, Aufhängeband der Leber.
I. Pulmo, Lunge.
II. Hepar, lobulus dexter, rechter Leberlappen.
II′ Hepar, lobulus sinister, linker Leberlappen.
II″ Lobulus quadratus hepatis, vierecker Leberlappen.
II‴ Lobulus Spigelii hepatis, Spigel'scher Lappen der Leber.
IIa Incisura hepatis oder interlobularis, Lebereinschnitt.
IIb Fossa transversa hepatis, Querfurche und Pforte der Leber.
IIc Fossa longitudinalis dextra hepatis, rechte Längsfurche der Leber.
IId Fossa longitudinalis sinistra hepatis, linke Längsfurche der Leber.
III. Vesicula fellea, Gallenblase.
III′ Ductus cysticus, Blasengang.
IV. Ductus hepaticus, Lebergang.
IV′ Ductus choledochus, Gallengang.
V. Ventriculus, Magen.
V′ Cardia, Magenmund.
VI′ Fundus ventriculi, Magengrund.
VI″ Pylorus, Pförtner.
Va Curvatura ventriculi minor, kleiner Bogen des Magens.
Vb Curvatura ventriculi major, großer Bogen des Magens.
VI. Intestinum duodenum, Zwölffingerdarm.
VII. Lien, Milz.
VIII. Intestinum jejunum, Leerdarm.
IX. Intestinum ileum, Krummdarm.
X. Colon transversum, Quergrimmdarm.
X′ Flexura coli dextra, rechte Quergrimmdarmbiegung.
X″ Flexura coli sinistra, linke Quergrimmdarmbiegung.
X‴ Colon descendens, absteigender Grimmdarm.
Xa S romanum, römisches S.

XI b Appendices epiploices, Netzanhänge.
XI Vesica urinaria, Harnblase.
XII Urethra, Harnröhre.
XIII Corpus cavernosum penis, Schwellkörper des Gliedes.
XIV Bulbus urethrae, Harnröhrenzwiebel.
XV Testis in tunica albuginea, Hode in der weißen Haut.
XV' Epididymis, Nebenhode.
XVI Tunica vaginalis propria testis, eigene Scheidenhaut des Hodens.
XVII Funiculus spermaticus, Samenstrang.
1. Diaphragma, Zwerchfell.
1' Crura interna diaphragmatis mit dem hiatus aorticus, innerer Schenkel des Zwerchfells mit dem Aortenschlitz.
2. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
3. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
4. Musculus transversus abdominis, querer Bauchmuskel.
5. Musculus tensor fasciae latae, Oberschenkelbindenspanner.
6. Musculus sartorius, Schneidermuskel.
7. Musculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
8. Musculus pectineus, Kamm-Muskel.
9. Musculus adductor longus, großer Zuzieher des Beins.
10. Musculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
11. Musculus ilacus internus, innerer Hüftbeinmuskel.
12. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
13. Musculus vastus externus, äußerer großer Schenkelmuskel.
14. Musculus cruralis, Oberschenkelmuskel.
a. Aorta abdominalis, Bauchpulsader.
b. Arteriae phrenicae inferiores, untere Zwerchfellpulsadern.
c. Arteria coeliaca, Eingeweidepulsader.
d. Arteria lienalis, Milzpulsader.
e. Arteria hepatica, Leberpulsader.
f. Arteria coronaria ventriculi sinistra, linke Kranzpulsader des Magens.
g. Arteria gastro-duodenalis, Magen-Zwölffingerdarmpulsader.
h. Arteria coronaria ventriculi dextra, rechte Kranzpulsader des Magens.
i. Arteria cystica, Gallenblasenpulsader.
k. Arteriae ventriculi breves, kurze Magenpulsadern.
l. Arteria gastro-epiploica sinistra, linke Magenneppulsader.
m. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
n. Arteria epigastrica, untere Bauchdeckenpulsader.
o. Arteria circumflexa ilei, Kranzpulsader der Hüfte.
p. Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchdeckenpulsader.
q. Arteriae pudendae externae, äußere Schampulsadern.
r. Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
s. Arteria circumflexa femoris externa, äußere Kranzpulsader des Oberschenkels.
t. Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, absteigender Zweig der äußern Kranzpulsader des Oberschenkels.
u. Arteria dorsalis penis, Rückenpulsader des Gliedes.
v. Vena portae, Pfortader.
w. Vena cruralis, Schenkelblutader.
x. Vena epigastrica, Bauchdeckenblutader.
y. Vena saphena magna, große Rosenader.
z. Venae pudendae externae, äußere Schamblutadern.
α. Nervus lumbo-inguinalis, Lendenleistennerv.
β. Nervus cutaneus femoris anterior externus, vorderer äußerer Hautnerv des Oberschenkels.
γ. Nervi obturatorii ramus anterior, vorderer Ast des Hüftlochnerven.
δ. Nervus cruralis, Schenkelnerv.
ε. Nervus cutaneus femoris internus, innerer Hautnerv des Oberschenkels.
ζ. Nervus cutaneus femoris anterior medius, vorderer mittlerer Hautnerv des Oberschenkels.
η. Nervus saphenus major, großer Rosennerv.
ϑ. Nervi cruralis rami musculares, Muskelzweige des Schenkelnerven.
ι. Nervus cutaneus aus dem nervus ilio-hypogastricus, Hautnerv aus dem Hüftbeckennerven.

Figur 2. Unterleib nach Entfernung des Dünndarms.

A. Costa septima, siebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Spina anterior superior ossis ilei, oberer vorderer Hüftbeinstachel.
C' Crista iliaca, Hüftbeinkamm.
D. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
E. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Schambeinast.
F. Trochanter major, großer Rollhügel.
G. Collum femoris, Schenkelhals.
H. Arcus cruralis oder ligamentum Poupartii, Schenkelbogen.
J. Fascia iliaca, Hüftbeinfascie.
K. Peritoneum, Bauchfell.
L. Mesenterium, Gekröse.
M. Pleura, Brustfell.
N. Ligamentum obturatorium, Hüftlochband.
I. Lobulus dexter hepatis, rechter Leberlappen.
I' Lobulus sinister hepatis, linker Leberlappen.
I'' Ligamentum teres, rundes Band.
II. Lien, Milz.
III. Ventriculus, Magen.
IV. Intestinum duodenum, Zwölffingerdarm.
V. Intestini jejuni pars suprema, oberer Theil des Leerdarms.
VI. Intestini ilei pars infima, unterer Theil des Krummdarms.
VII. Processus vermiformis, Wurmfortsatz.
VIII. Intestinum coecum, Blinddarm.
IX. Colon ascendens oder dextrum, aufsteigender oder rechter Grimmdarm.
X. Flexura coli dextra, rechte Biegung des Grimmdarms.
XI. Colon transversum, Quergrimmdarm.
XI' Appendices epiploicae, Netzanhänge.
XII. Flexura coli sinistra, linke Biegung des Grimmdarms.
XIII. Colon descendens oder sinistrum, absteigender oder linker Grimmdarm.
XIV. Flexura sigmoidea oder S romanum, römisches S.
XV. Intestinum rectum, Mastdarm.
XV' Anus, After.
XVI. Vesica urinaria aperta, anterior pars, die Harnblase von vorn geöffnet.
XVII. Prostata, pars posterior, hinterer Theil der Vorsteherdrüse.
XVIII. Funiculus spermaticus, Samenstrang.
1. Diaphragma, Zwerchfell.
2. Musculi intercostales, Zwischenrippenmuskeln.

3. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
4. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
5. Musculus transversus abdominis, schräger Unterleibsmuskel.
6. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
7. Musculus iliacus internus, innerer Hüftbeinmuskel.
8. Musculus glutaeus maximus, großer Gesäßmuskel.
9. Musculus glutaeus medius, mittlerer Gesäßmuskel.
10. Musculus pectineus, Kammmuskel.
11. Musculus obturator externus, äußerer Hüftlochmuskel.
12. Musculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
13. Musculus adductor longus, langer Zuzieher des Beins.
14. Musculus adductor brevis, kurzer Zuzieher des Beins.
15. Musculus adductor magnus, großer Zuzieher des Beins.
16. Musculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
17. Musculus vastus internus, innerer großer Oberschenkelmuskel.
18. Musculus vastus externus, äußerer großer Oberschenkelmuskel.

a. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
b. Arteria epigastrica, Bauchdeckenpulsader.
c. Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
d. Vena cruralis, Schenkelpulsader.
e. Vena saphena magna, größere Rosenblutader.
f. Vena profunda femoris, tiefe Schenkelblutader.
α. Nervus obturatorius, ramus anterior, vorderer Ast des Hüftlochnerven.
β. Nervus obturatorius, ramus posterior, hinterer Ast des Hüftlochnerven.

Muskeln.

I. Bauchmuskeln.

Die Bauchmuskeln sind bereits abgehandelt bei der Tafel 10, siehe deshalb wegen des

1. äußern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 11; 1_2, 2_3), sowie wegen des Leistenbandes, ligamentum Poupartii (Taf. 11; 1 k), S. 97;
2. innern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 11; 1_3, 2_4), S. 97;
3. queren Bauchmuskels, musculus transversus abdominis (Taf. 11; 1_4, 2_5), S. 97.

In Bezug auf das Zwerchfell, diaphragma (Taf. 11; 1_1, 2_1), und auf die innern Zwerchfellschenkel (Taf. 11; 1_1), sowie wegen des Rippen- und Zwerchfelltheils des Brustfelles, Pleura costalis und pleura diaphragmatica (Taf. 11; 1 J und 1 J', ferner Taf. 11; 2 M), und der Lunge, Pulmo (Taf. 11; 1 l), siehe den Text zu Taf. 8, S. 88; desgleichen in Bezug auf die Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales (Taf. 11; 2_2), den Text zu Taf. 7; S. 84.

II. Muskeln an der untern Extremität.

Ueber die Muskeln der untern Extremität siehe den Text zu Taf. 14, und zwar wegen des

1. innern Hüftbeinmuskels, musculus iliacus internus (Taf. 11; 1_{11}, 2_7), S. 124;
2. großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 11; 1_{12}, 2_6), S. 124;
3. großen Gesäßmuskels, musculus glutaeus maximus (Taf. 11; 2_8), S. 125;
4. mittlern Gesäßmuskels, musculus glutaeus medius (Taf. 11; 2_9), S. 124;
5. äußern Hüftlochmuskels, musculus obturatorius externus (Taf. 11; 2_{11}), S. 125;
6. Schneidermuskels, musculus sartorius (Taf. 11; 1_8), S. 126;
7. geraden Oberschenkelmuskels, musculus rectus femoris (Taf. 11; 1_7, 2_{12}), S. 126;
8. äußern großen Oberschenkelmuskels, musculus vastus externus (Taf. 11; 1_{10}, 2_{14}), S. 126;
9. innern großen Oberschenkelmuskels, musculus vastus internus (Taf. 11; 2_{14}), S. 126;
10. Oberschenkelmuskels, musculus crureus (Taf. 11; 1_{14}), S. 126;
11. schlanken Schenkelmuskels, musculus gracilis (Taf. 11; 1_{10}, 2_{10}), S. 126;
12. langen Zuziehers des Beins, musculus adductor longus (Taf. 11; 1_9, 2_{13}), S. 126;
13. kurzen Zuziehers des Beins, musculus adductor brevis (Taf. 11; 2_{14}), S. 126;
14. großen Zuziehers des Beins, musculus adductor magnus (Taf. 11; 2_{15}), S. 126;
15. Kamm-Muskels, musculus pectineus (Taf. 11; 1_6, 2_{10}), S. 126;
16. Schenkelbindenspanners, musculus tensor fasciae latae (Taf. 11; 1_5), S. 125; dehnt gegen der Darmbeinfascie, fascia iliaca (Taf. 11; 2_{13}), S. 125.

Verdauungsorgane.

Die Verdauungsorgane, organa digestionis, reichen vom Mund bis zum After, und stellen einem Kanal gebildet, der im wesentlichen in Richtung verläuft, von sehr verschiedener Länge und zu welchem eine Anzahl drüsiger Organe hinzu, welche bei der Verdauung mit ins Spiel kommen.

Den ganzen Verdauungskanal kann man in Abschnitte theilen, in die Mundhöhle, den Schlundkopf mit der Speiseröhre, und den Unterleib, bestehend aus dem Magen mit den Darmkanälen, welchen noch die verschiedenen drüsigen Organe des Bauches hinzukommen.

I. Mundhöhle.

Die Mundhöhle, cavum oris, gebildet durch Ober- und Unterkieferknochen mit den Zähnen, über diese Taf. 2 und 3), sowie aus den Weichtheilen, die in der Hauptsache aus Muskeln und drüsigen Gebilden, welche mit Schleimhaut überzogen sind (siehe über diese Taf. 6)', bestehen, zur mechanischen Zerkleinerung der Speisen vermittelst Zähne und zur Einspeichelung derselben durch von den Drüsen gelieferte Secret.

II. Schlundkopf und Speiseröhre.

Der Schlundkopf, pharynx (s. diesen Taf. 3_{12}–$_{16}$ sowie Taf. 9; 1 III), schließt sich nach oben an die Mundhöhle an, und geht nach unten in die Speiseröhre oder den Schlund, oesophagus (s. diesen Taf. 6; 3_{10} und Taf. 9; 1 VIII), der Schlundkopf ist ein muskulöser Sack von länglich-förmiger Gestalt, welcher mit Schleimhaut ausgelegt ist und von der Basis des Schädels herab vor den obern Halswirbeln liegt. Wo der Schlundkopf aufhört, beginnt die Speiseröhre, ein muskulöser Schleimhaut ausgekleideter Kanal, der anfangs hinter der Luftröhre liegt und vor dem sechsten und siebenten Halswirbel herab in die Brusthöhle gelangt, in dieser steigt er (s. Taf. 9) in der hintern Mittelhöhle, cavum mediastini postici, anfangs in der Mitte vor den Körpern der Brustwirbel und

Seite der Brustaorta herab, wendet sich aber allmählich nach links vor die Brustaorta, tritt in der Gegend des neunten Brustwirbels das Speiseröhrenloch des Zwerchfells, en oesophageum diaphragmatis, hindurch und t so in den Unterleib, wo sie sofort in den übergeht. Schlundkopf und Speiseröhre dienen ls Kanal, um die Nahrungsmittel in den Magen gen zu lassen.

III. Unterleibstheil des Verdauungsapparates.

: Unterleibstheil des Verdauungsapparates zerfällt n Magen, die Därme und in die drüsigen norgane.

A. Magen.

: Magen, ventriculus oder stomachus (Taf. 8; Taf. 9; 1X. Taf. 10; 2X. Taf. 11; 1V, 2III), einen häutigen Sack vor, der in der Ober- gegend des Unterleibes, vorzugsweise in der Unterrippengegend, regio hypochondriaca a, unmittelbar unter dem Zwerchfell liegt.

: Magenwand besteht aus drei Schichten, aus Schleim-, Muskel- und seröfen Haut.

: Schleimhaut, tunica mucosa, bildet die te Schicht des Magens und ist mit der Muskel- durch lockeres Bindegewebe verbunden. An ihrer Fläche ist sie mit Cylinderepithelium überzogen, nd nach der Magenhöhle zu zahlreiche cylinder- ge Schläuche münden, welche von den Lab- en, glandulae digestivae, herrühren, welche die imhautschicht durchsetzen. Außerdem finden sich in der Magenschleimhaut Balgdrüsen, glandulae ulares, und am Uebergang in den Darm, an sogenannten Pförtnertheil, portio pylorica, eimdrüsen, glandulae muciparae, sowie eine ht glatter Muskelfasern.

ie Muskelhaut, tunica mucosa, welche, wie erwähnt, durch lockeres Bindegewebe nach außen der Schleimhautschicht verbunden ist, besteht aus en Muskelfasern, welche theils in der Längs- ung, theils in circularer Richtung verlaufen, und ine Längsfaserschicht und eine Ringfaser- ht bilden.

ie seröse Haut, tunica serosa, bildet den äußern rzug des Magens und ist mit der Muskelhaut sfalls durch Bindegewebe verbunden. Sie ist ein l des Bauchfells, das wir später betrachten en, und an ihrer freien äußern, nach der Bauch- zu sehenden Fläche mit einem einfachen Pflaster- elium überzogen.

n dem Magen unterscheidet man zwei Wände Flächen, und zwar eine vordere und eine ere. Der Rand, an welchem die beiden Flächen ander übergehen, wird mit dem Namen des Magen- ens bezeichnet, und zerfällt in den kleinen und ßen Bogen des Magens. Der kleine Magen- en, curvatura minor ventriculi (Taf. 11; 1Va), l den obern, concaven, nach rechts sehenden Rand, ıber, wenn der Magen gefüllt ist, sich nach hinten et. Der große Magenbogen, curvatura ven- uli major (Taf. 9; 1X. Taf. 11; 1Vb), bildet den rn und nach links sehenden converen Rand, der bei vollem Magen nach vorn kehrt. Weiter rscheidet man am Magen den linken weitesten il, den Magengrund oder blinden Sad, lus oder saccus coecus ventriculi (Taf. 11; 1V''), her in der linken Unterrippengegend liegt, er den mittlern Theil, den Körper, corpus ven- uli, welcher in der Oberbauchgegend im engern nne liegt und den Pförtnertheil, portio pylorica (Taf. 11; 1V'''), welcher am engsten, das rechte Ende des Magens ausmacht, und durch den Pförtner, pylorus oder ostium duodenale, welcher äußerlich durch eine schwache Einschnürung (Taf. 11; 1V'') erkenntlich ist, im Innern aber durch die an dieser Stelle besonders starke Ringfaserschicht und eine Schleimhautduplicatur, valvula oder sphincter pylori, gebildet wird, in den Zwölffingerdarm übergeht, von welchem er jedoch durch Contraction der circularen Muskelschicht abgeschlossen werden kann. Der Pförtnertheil des Magens liegt in der rechten Unterrippengegend von der Leber bedeckt. Die Stelle, wo die Speiseröhre in den Magen einmündet, heißt der Magenmund, cardia oder ostium oesophageum (Taf. 9; 1IX. Taf. 11; 1V'). Derselbe liegt in der regio epigastrica unmittelbar unter dem Zwerchfell, hinter dem Schwertfortsatz des Brustbeins und erstreckt sich von ihm bis zum Pförtner am obern Rande des Magens der kleine Magenbogen.

B. Därme.

Die Därme, intestina, oder der Darmkanal, canalis intestinalis, beginnen vom Pförtner und reichen bis zum After. Sie bilden einen röhrenförmigen Schlauch von einer Länge, die der fünf- bis sechsfachen des Körpers gleich ist, in dem sie sich befinden, nehmen den größten Theil der Bauch- und Beckenhöhle ein, durch welche sie sich in vielfachen Windungen hinziehen und bestehen aus denselben drei Häuten wie der Magen. Der obere Theil ist enger als der untere, und demgemäß zerfällt der ganze Darmkanal in zwei Abschnitte, in einen obern engern aber längern, den Dünndarm, und in einen untern dickern und kürzern, den Diddarm, mit dem Blinddarm auf der einen und dem Mastdarm auf der andern Seite. Die größte Bedeutung für den Darm hat die Schleimhaut, die zur Aufsaugung des Speisebreies für die Zwecke der Ernährung des Körpers dient. Zu diesem Behufe hat dieselbe zahlreiche Falten, welche wiederum unzählige Zotten tragen. Außerdem enthält dieselbe eine große Anzahl von drüsigen Gebilden, welche verschiedene Formen haben und verschiedenen Zwecken dienen.

a) Dünndarm.

Der Dünndarm, intestinum tenue, beginnt an Pförtner des Magens und erstreckt sich in vielfachen Windungen durch die Nabelgegend und Unterbauchgegend, um schließlich in der rechten Darmbeingegend in den Diddarm einzumünden. Der Dünndarm zerfällt in drei Abschnitte: den Zwölffingerdarm, den Leer- und den Krummdarm.

α) Zwölffingerdarm.

Der Zwölffinger- oder Gallendarm, intestinum duodenum (Taf. 11; 1VI. Taf. 12; 1VI, 2IV), ist der oberste Theil des Dünndarms, welcher am Pförtner beginnt und von der Gestalt eines Hufeisens ist, dessen convexe Seite nach rechts sieht. Man unterscheidet am Zwölffingerdarm drei Abschnitte:

1) den obern Quertheil, pars horizontalis oder transversa superior, welcher am Pförtner seinen Anfang nimmt und in horizontaler Richtung nach rechts geht.

2) den absteigenden Theil, pars descendens, welcher in der Gegend des ersten bis vierten Lendenwirbels unter einem Bogen nach abwärts und etwas nach links herabsteigt.

3) den untern Quertheil, pars horizontalis inferior, welcher wiederum unter einem Bogen horizontal nach links läuft bis in die Gegend der linken Seite

des dritten Lendenwirbels, wo er ununterbrochen in den Leerdarm übergeht.

β) Leerdarm.

Der Leerdarm, intestinum jejunum (Taf. 11; VIII, 2V), ist die unmittelbare Fortsetzung des Zwölffingerdarms. Derselbe beginnt an der linken Seite des dritten Lendenwirbels und füllt unter zahlreichen Windungen die Nabelgegend und den obern vordern Theil der Unterbauchgegend. Derselbe geht ohne bestimmte Grenze in den Krummdarm über.

γ) Krummdarm.

Der Krummdarm, intestinum ileum (Taf. 10; 2XII. Taf. 11; 1IX, 2VI), zeigt wie der Leerdarm vielfache Windungen. Derselbe liegt in der Unterbauchgegend und reicht bis ins kleine Becken herab. Aus demselben steigt er wiederum nach rechts in die Höhe, um im untern Theile der rechten Darmbeingegend unter einem rechten Winkel von der innern Seite in den Dickdarm zu münden (Taf. 11; 2VI), wo die Schleimhaut des Krummdarms ein aus zwei Platten bestehendes Ventil bildet, die Bauhinische Falte, valvula Bauhini, durch welches der Speisebrei wol in den Dickdarm gelangen, aber nicht wieder zurücktreten kann, indem sich dann das Ventil schließt.

b) Dickdarm.

Der Dickdarm oder weite Darm, intestinum crassum oder amplum, ist scharf vom Dünndarm abgegrenzt. Er ist viel weiter, aber auch kürzer als dieser. In dem untern Theile der rechten Darmbeingegend beginnend, steigt er anfangs in der rechten Seite der Bauchhöhle in die Höhe bis unter die Leber, wo er sich umbiegt und in horizontaler Richtung quer unterhalb des Magens von der rechten Seite zur linken läuft. Hier bildet er aufs neue einen Winkel, um wiederum nach abwärts zu gehen. Auch am Dickdarm unterscheidet man eine innere, Schleimhaut, eine mittlere, Muskelhaut, und einen serösen Ueberzug, der an zahlreichen Stellen sich vom Darme loslöst und frei herabhängende Läppchen bildet, die Netzanhänge, appendices epiploicae (Taf. 11; 1Xa, 2XI).

Man unterscheidet drei Abschnitte am Dickdarm: den Blinddarm, den Grimmdarm und den Mastdarm.

α) Blinddarm.

Der Blinddarm, intestinum coecum, caput coli (Taf. 11; 2VIII), bildet den Anfang des Dickdarms und liegt im untersten Theile der rechten Darmbeingegend. Er bildet einen kurzen, weiten, rundlichen und nach unten blind geschlossenen Sack, welcher unterhalb der Einmündungsstelle des Dünndarms in den Dickdarm liegt und nach oben in den Grimmdarm übergeht. Nahe dem blinden Ende geht ein enger Fortsatz aus dem Blinddarm hervor, der verschieden gekrümmt die Gestalt und Größe eines Regenwurmes hat, und deshalb Wurmfortsatz, processus vermiformis oder appendix vermicularis (Taf. 11; 2VII), genannt wird. Derselbe, durch eine enge Oeffnung mit dem Blinddarm in Verbindung stehend, endet blind an seinem freien Ende.

β) Grimmdarm.

Der Grimmdarm, intestinum colon, ist der Haupttheil des Dickdarms. An ihm, wie am Blinddarm sieht man drei in der Länge des Darms verlaufende Streifen, das Grimmdarmband, taenia coli, während derselbe in querer Richtung zahlreiche Einschnürungen zeigt, durch welche die Grimmdarmfächer, loculamenta oder cellulae coli, auch haustra coli genannt, entstehen.

Der Grimmdarm hat die Gestalt eines großen Hufeisens und zerfällt in drei Theile: den aufsteigenden, queren und absteigenden Grimmdarm.

Der aufsteigende Grimmdarm, colon ascendens oder dextrum (Taf. 11; 2I), geht unmittelbar aus dem Blinddarm hervor und fängt an der Stelle, wo sich der Dünndarm in den Dickdarm einmündet, steigt in der rechten Darmbeingegend bis unter den rechten Leberlappen, dem rechten Hypochondrium, die Höhe, woselbst er eine Krümmung nach links, die rechte Grimmdarmbiegung, flexura coli dextra (Taf. 11; 1X′, 2X), und in den Quergrimmdarm übergeht.

Der Quergrimmdarm, colon transversum (Taf. 11; 1X, 2XI), geht aus der rechten Unterrippengegend, an der Grenze zwischen Oberbauchgegend und Nabelgegend, in horizontaler Richtung nach der linken Unterrippengegend hinüber und bildet hier wiederum eine Krümmung nach unten, die linke Grimmdarmbiegung, flexura coli sinistra (Taf. 11; 1X″), um in den absteigenden Grimmdarm überzugehen.

Der absteigende Grimmdarm, colon descendens oder sinistrum (Taf. 11; 1X‴, 2XIII), läuft an der linken Unterrippengegend, sich erst etwas nach rechts und dann nach vorwärts wendend, an der Grenze zwischen Darmbein und Lendengegend nach abwärts. An seinem untern Ende, in der Nähe des linken Darmbeins krümmt er sich erst nach rechts und dann etwas nach auf- und rückwärts, sodann aber wieder, sodaß der Grimmdarm hier die Gestalt eines S bekommt, welche das römische S, S romanum, oder die Weichenbeugung, flexura iliaca, auch flexura sigmoidea (Taf. 11; 1Xa, 2XIV), genannt wird. Das römische S setzt sich nunmehr in den untersten Theil des Dickdarms, den Mastdarm fort, indem es nach hinten und unten in das kleine Becken herabsteigt.

γ) Mastdarm.

Der Mast- oder Afterdarm, intestinum rectum (Taf. 11; 2XV), ist der unterste Theil des Dickdarms und liegt an der hintern Wand des kleinen Beckens, woselbst er an der vordern concaven Fläche des Kreuzbeins nach abwärts läuft. Er nimmt seinen Anfang aus der Weichenbeugung des Dickdarms, seine Fortsetzung er ist, und endigt am After, anus (Taf. 11; 2XV′). Er hat viel stärkere Wände als die übrigen Därme und gleicht in seiner Structur der Speiseröhre; so besteht er aus einer Schleimhaut, einer der Speiseröhre ähnlichen Muskelhaut, und einen serösen Ueberzug, der sich nur an dem vordern oberen und seitlichen Theil befindet, während die untere Hälfte und der hintere Theil der obern ganz frei ist. Am Ende des Mastdarms verstärkt sich die Muskelhaut und bildet den innern Schließmuskel des Afters, sphincter ani internus.

C. Drüsige Nebenorgane des Verdauungsapparates.

Die drüsigen Nebenorgane des Verdauungsapparates liegen sämmtlich in der Bauchhöhle und sind die Leber mit der Gallenblase, die Bauchspeicheldrüse und die Milz.

a) Leber.

Die Leber, hepar oder jecur (Taf. 8; Taf. 9; 1XI), ist eine große Drüse von der Form der rechten Zwerchfellwölbung. Sie hängt im rechten Unterrippenraum und erstreckt sich bis in die Magengrube, ja zuweilen bis in den linken Unterrippenraum über den obern Theil des Magens hinweg. Sie besteht von eigenthümlichem Bau, indem sie aus zahlreichen Blutgefäßen, Saugadern, Gallenkanälchen, der

nten Leberzellen und Nerven besteht. An ihr scheidet man folgende Flächen, Ränder, Lappen Furchen:

e obere Fläche ist stark gewölbt, entsprechend Concavität der rechten Zwerchfellhälfte, welcher be sowie dem obersten Theile der Bauchdecke an- und durch das Aufhängeband, ligamentum ensorium hepatis (Taf. 11; 1L, 21''), welches Bauchfell gebildet wird, und über die ganze vom hintern bis zum vordern Rande verläuft, bei Hälften getheilt wird, den rechten Leberlap- lobulus hepatis dexter (Taf. 11; 21), welcher der Theil der Leber ist, und den linken Leber- pen, lobulus hepatis sinister (Taf. 11; 21'), der kleiner und dünner als der rechte Lappen ist.

ie untere Fläche, welche nach hinten und unten ist schwach concav und bedeckt einen Theil des eigenden und queren Grimmdarms mit der rechten nndarmbiegung, sowie den Zwölffingerdarm. In Mitte der untern Fläche befinden sich drei Furchen, Längsfurchen, eine rechte und eine linke, und Querfurche, durch welche dieselbe in vier Lappen eilt wird. Die drei Furchen haben die Gestalt s lateinischen H.

ie rechte Längsfurche, fossa longitudinalis ra (Taf. 11; 1Hc), zerfällt in zwei Theile, einen eren, die Furche für die Gallenblase, fossa cae felleae, und einen hintern, die Furche für untere Hohlvene, fossa venae cavae; in rer liegt die Gallenblase, in letzterer die untere lvene. Nach rechts von der rechten Längsfurche der rechte Leberlappen, lobulus hepatis dexter f. 11; 1H. Taf. 12; 1I), welcher hier kleiner ist an der obern Fläche; nach links davon, und nach ts von der linken Längsfurche, also zwischen en mitteninnen, liegen der viereckige Leber- pen, lobulus quadratus oder anterior (Taf. 11; n. Taf. 12; 1I'), und der Spigel'sche Lappen, ulus Spigelii oder posterior, auch caudatus (Taf. 11; ''. Taf. 12; 1I''). Beide Lappen werden durch Querfurche oder Pforte, porta hepatis oder is venae portae (Taf. 11; 1Hb), voneinander ge- nt, und zwar so, daß der erstere nach vorn, der ite nach hinten von der Querfurche zu liegen nt. Nach links werden diese beiden Lappen durch linke Längsfurche, fossa longitudinalis sinistra f. 11; 1Hd), begrenzt, an deren linken Seite sich linke Leberlappen, lobulus hepatis sinister f. 11; 1H'. Taf. 12; 1I''), befindet, der hier dieselbe fläche hat, wie an der obern Fläche.

Noch ist zu erwähnen der hintere Leberrand, rgo hepatis posterior oder obtusus, welcher nach ten und oben an das Zwerchfell stößt. Derselbe abgerundet, sowie kürzer und dicker als der vordere; ibu heftet sich das Bauchfell und bildet das Kronen- nd der Leber, ligamentum coronarium hepatis. r vordere Rand, margo anterior oder acutus, nach vorn und abwärts gerichtet, weit dünner, irfer und länger als der hintere, und hat an seinem ken Theile einen Einschnitt, den Lebereinschnitt, isura hepatis oder interlobularis (Taf. 11; 1Ha), lcher da in die Masse der Leber eindringt, wo die ere Fläche durch das Aufhängeband in einen rechten d linken Lappen getheilt wird. Der Lebereinschnitt nmt das runde Band, ligamentum teres (Taf. 11; „ 21'''), auf, welches im vordern freien Rande s Aufhängebandes liegt und aus der frühern im bryonalen Leben vorhandenen Nabelblutader ent- nden ist.

Sämmtliche Gallengänge der Leber vereinigen sich zu zwei Kanälen, welche in der Querfurche aus dem rechten und linken Leberlappen hervorgehen. Dieselben treten nun wieder zu einer gemeinsamen Röhre zusammen, dem Lebergang, ductus hepaticus oder excretorius hepatis (Taf. 11; 1IV. Taf. 12; 1II''). Dieser Gang läuft im Leber-Zwölffingerdarmbande, ligamentum hepato-duodenale (Taf. 12; 1III), einer Bauchfellfalte, von der Leberpforte aus schräg nach unten, hinten und links, um sich unter einem spitzen Winkel mit dem Gallenblasengange, ductus cysticus (Taf. 11; 1III'. Taf. 12; 1II'), zu dem Gallengange, ductus choledochus (Taf. 11; 1IV'), zu vereinigen.

Als Aufbewahrungsort für die Galle dient die

Gallenblase.

Die Gallenblase, cystis oder vesica fellea (Taf. 9; 1XII. Taf. 11; 1III. Taf. 12; 1II), ist ein länglicher Sack von birnförmiger Gestalt, welcher an der untern Fläche der Leber in dem vordern Theile der rechten Längsfurche durch Zellgewebe angewachsen ist. Die untere freie Fläche der Gallenblase ist mit dem Bauchfell überzogen, während der Innenraum von Schleimhaut ausgekleidet wird, worauf nach außen eine Muskel- und Zellhaut folgt. An ihr unterscheidet man den Grund, fundus, das geschlossene halbkugelförmige Ende, welches am weitesten nach vorn, ein wenig über den vordern Leberrand hervorragt, und das Mittelstück, den Körper, corpus vesicae felleae, an welchen sich der immer enger werdende Hals, collum vesicae felleae, anschließt, welcher in den Gallenblasengang, ductus cysticus (Taf. 11; 1III'. Taf. 12; 1II'), übergeht.

Der Gallenblasengang vereinigt sich von rechts kommend mit dem etwas mehr links liegenden Lebergang unter spitzem Winkel, welche beide dann zusammen den Gallengang, ductus choledochus (Taf. 11; 1IV'), bilden. Derselbe verläuft anfangs im Leber-Zwölffingerdarmbande und mündet dann in den Zwölffingerdarm.

b) Bauchspeicheldrüse.

Die Bauchspeicheldrüse, pancreas (Taf. 12; 1V), ist eine traubenförmige Drüse von länglicher Gestalt, welche hinter dem Magen aus der linken Rippengegend quer über den zwölften Brust- und ersten Rippenwirbel weg bis in die Concavität des Zwölffingerdarms, in welchen sie einmündet, hinwegzieht. Man unterscheidet an ihr den Kopf, caput pancreatis oder extremitas duodenalis (Taf. 12; 1V'), den breitesten und dicksten nach rechts in der Krümmung des Zwölffingerdarms gelegenen Theil, den Schwanz, cauda pancreatis oder extremitas splenica (Taf. 12; 1V''), das linke, etwas dünnere und abgerundete Ende, sowie den zwischen Kopf und Schwanz mitteninnen liegenden Körper, corpus pancreatis.

c) Milz.

Die Milz, lien oder splen (Taf. 9; 1XIII. Taf. 11; 1VII, 2II. Taf. 12; 1IV), ist eine Blutdrüse, welche am Grunde des Magens in der linken Unterrippengegend vom Bauchfell eingehüllt, von welchem nach den Magen das Magen-Milzband, ligamentum gastro-lienale (Taf. 12; 1IV'), sich erstreckt, liegt. Die Milz hat die Gestalt eines Kugelabschnittes und zeigt demgemäß eine äußere convexe Fläche, die nach oben und hinten gerichtet ist, und eine innere etwas concave Fläche, welche schräg nach vorn gewendet ist und mit dem Schwanze der Bauchspeicheldrüse zusammenhängt. Auf dieser Fläche befindet sich der Gefäß-Aus- und Eintritt an dem sogenannten Milznabel, hilus lienalis.

Bauchfell.

Wie das Brustfell zur Lunge, so steht das Bauchfell oder die Bauchhaut, peritoneum (Taf. 8; 1Y, 2VI. Taf. 11; 1H, 2K), zu den Baucheingeweiden in naher Beziehung, indem es dieselben zum größten Theil, ebenso wie die Bauchwandungen, überzieht. Dasselbe ist eine seröse Haut, welche beim Manne einen vollkommen geschlossenen Sack bildet, welcher zwischen den Bauchdecken und Baucheingeweiden innen liegt, und in welchen die letztern eingestülpt sind. Danach hat man zwei Platten des Bauchfells, eine äußere Platte, peritoneum abdominale, welche an die Bauchwandungen angeheftet ist, und zwar unmittelbar an die Querfascie des Unterleibes, fascia transversalis abdominis (Taf. 8; 1X), welche die innere Fläche des queren Bauchmuskels überzieht, und eine innere Platte, peritoneum viscerale, welche die Baucheingeweide mehr oder weniger überkleidet. Die letztere Platte bildet theils hier und da von einem Eingeweide zum andern herübergehende Falten, wie das Leber-Zwölffingerdarmband, ligamentum hepato-duodenale (Taf. 12; 1III), und das Magen-Milzband, ligamentum gastro-lineale (Taf. 12; 1IV′), theils mit der hintern Bauchfellwand zusammenhängende größere Einstülpungen, deren beide Blätter, ehe sie die Eingeweide zwischen sich nehmen, sich dicht aneinander legen und die sogenannten Gekröse bilden, von welchen wir nur das Dünndarmgekröse, mesenterium (Taf. 11; 2L), erwähnen, theils über ein Organ hinausgehende, aus zwei Blättern bestehende Verbindungen, sogenannte Netze, von denen das große Netz, omentum oder epiploon majus (Taf. 9; 2VIII. Taf. 10; 2XI), das bedeutendste ist. Dasselbe geht von der großen Curvatur des Magens (Taf. 9; 1XII) über den Quergrimmdarm, mit dessen vorderer Wand es verwachsen ist, den Leer- und Krummdarm bedeckend bis ins kleine Becken hinab.

Harn- und Geschlechtsorgane.

Die Harn- und Geschlechtsorgane, organa urinaria und organa genitalia oder sexualia (Taf. 11; 1G und G′, sowie 1XI bis 1XVII und 2XVI bis 2XVIII), sind bereits bei Taf. 10 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 99.

Blutgefäße.

Die Pulsadern (Taf. 11; 1a bis 1u und 2a bis 2c), sowie die Blutadern (Taf. 11; 1v bis 1z und 2d bis 2f), werden bei Taf. 12 betrachtet, siehe deshalb S. 108.

Nerven.

Die Nerven (Taf. 11; 1α bis 1ι und 2α und 2β), finden gleichfalls ihre Erledigung bei Taf. 12, siehe deshalb S. 110.

Knochen und Bänder.

Die Knochen (Taf. 11; 1A bis 1F und 2A bis 2H) sind bei Taf. 4, S. 43, und das Hüftlochband, ligamentum obturatorium (Taf. 11; 2N), bei Taf. 5, S. 60 erläutert.

Tafel 12.

Figur 1. Der Unterleib nach Entfernung sämmtlicher Bauchdecken, des Magens und aller Därme.

A. Costa octava, achte Rippe.
B. Crista ossis ilium, Darmbeinkamm.
C. Spina anterior superior ossis ilium, vorderer oberer Darmbeinstachel.
D. Spina anterior inferior ossis ilium, vorderer unterer Darmbeinstachel.
E. Tuberculum ossis pubis, Schambeinhöcker.
E′ Ramus descendens ossis pubis, absteigender Ast des Schambeins.
E″ Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Ast des Schambeins.
F. Tuber ischii, Sitzknorren.
F′ Ramus ascendens ossis ischii, aufsteigender Ast des Sitzbeins.
G. Trochanter major, großer Rollhügel.
H. Trochanter minor, kleiner Rollhügel.
J. Membrana obturatoria, Hüftlochhaut.
K. Capsula fibrosa articuli femoris, Kapselband des Oberschenkelgelenks.
K′ Ligamentum zonale oder zona articularis, Zonalband des Oberschenkels.
K″ Ligamentum ilio-femorale, Hüft-Oberschenkelband.
M. Ligamentum arcuatum pubis, bogenförmiges Schamfugenband.
N. Pecten ossis pubis, Schambeinkamm.
I. Hepatis lobulus dexter, rechter Leberlappen.
I′ Lobulus quadratus hepatis, viereckiger Leberlappen.
I″ Lobulus Spigelii hepatis, Spigel'scher Leberlappen.
I‴ Lobulus sinister hepatis, linker Leberlappen.
II. Vesica fellea, Gallenblase.
II′ Ductus cysticus, Gallenblasengang.
II″ Ductus hepaticus, Lebergang.
III. Ligamentum hepato-duodenale, Leber-Zwölffingerdarmband.
IV. Lien, Milz.
IV′ Ligamentum gastro-lienale, Magen-Milzband.
V. Pancreas, Bauchspeicheldrüse.
V′ Caput pancreatis, Kopf der Bauchspeicheldrüse.
V″ Cauda pancreatis, Schwanz der Bauchspeicheldrüse.
VI. Duodeni pars, Theil des Zwölffingerdarms.
VII. Ren, Niere.
VII′ Ureter, Harngang.
1. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
2. Musculus iliacus internus, innerer Darmbeinmuskel.
3. Musculus pyriformis, birnförmiger Muskel.
4. Diaphragma, Zwerchfell.
5. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
6. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
7. Musculus transversus abdominis, querer Bauchmuskel.
a. Aorta descendens abdominalis, Bauchaorta.
b. Arteria phrenica inferior, untere Zwerchfellpulsader.
c. Arteria suprarenalis sinistra, linke Nebennierenpulsader.
d. Arteria mesenterica superior, obere Gekrösepulsader.
e. Arteria renalis, Nierenpulsader.
f. Arteria spermatica interna, Samenpulsader.
g. Arteria mesenterica inferior, untere Gekrösepulsader.
h. Arteria lumbalis, Lendenpulsader.
i. Arteria sacro-media, mittlere Kreuzbeinpulsader.
k. Arteria iliaca communis, gemeinschaftliche Darmbeinpulsader.
l. Arteria hypogastrica oder iliaca interna, innere Darmbeinpulsader.
m. Arteria ileo-lumbalis; Hüftlendenpulsader.
n. Arteria sacro lateralis, seitliche Kreuzbeinpulsader.
o. Arteria obturatoria, Hüftlochpulsader.
o′ Ramus anterior oder internus arteriae obturatoriae, vorderer oder innerer Ast der Hüftlochpulsader.
o″ Ramus posterior oder externus arteriae obturatoriae, hinterer oder äußerer Ast der Hüftlochpulsader.
p. Arteria glutaea superior, obere Gesäßpulsader.

Arteria ischiadica oder glutaea inferior, Sitzbeinpulsader.
Arteria vesicalis superior, obere Harnblasenpulsader.
Arteria vesicalis inferior, innere Harnblasenpulsader.
Arteria pudenda communis oder interna, innere Schampulsader.
Arteria haemorrhoidalis externa, äußere Mastdarmpulsader.
Arteria transversa perinei, Dammpulsader.
Arteria penis, Pulsader des Gliedes.
Arteria dorsalis penis, Pulsader des Rückens des Gliedes.
Arteria profunda penis, tiefe Pulsader des Gliedes.
Arteria iliaca externa, äußere Hüftbeinpulsader.
Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
Arteria epigastrica inferior oder interna, untere Bauchdeckenpulsader.
Arteria pubica, Schambeinpulsader.
Arteria circumflexa ilium oder epigastrica externa, Kranzpulsader der Hüfte.
Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchdeckenpulsader.
Arteriae pudendae externae, äußere Schampulsadern.
Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
Arteria circumflexa femoris interna, innere Kranzpulsader des Oberschenkels.
Ramus communicans arteriae circumflexae femoris internae, Verbindungsast der innern Kranzpulsader des Oberschenkels.
Arteria circumflexa femoris externa, äußere Kranzpulsader des Oberschenkels.
Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, absteigender Ast der äußern Kranzpulsader des Oberschenkels.
Arteriae perforantes femoris, durchbohrende Pulsadern des Oberschenkels.
Vena cava inferior, untere Hohlvene.
Venae lumbales, Lendenblutadern.
Vena spermatica interna, innere Samenblutader.
Vena renalis, Nierenblutader.
Vena suprarenalis, Nebennierenblutader.
Vena iliaca communis, gemeinschaftliche Hüftblutader.
Venae sacrales mediae, mittlere Kreuzbeinblutadern.
Vena hypogastrica oder iliaca interna, Beckenblutader.
Vena cruralis oder iliaca externa, Schenkelblutader.

ur 2. Unterer Theil des Rückens und oberer Theil der untern Extremität.

A. Costa decima, zehnte Rippe.
B. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
C. Os coccygis, Steißbein.
D. Crista ossis ilei, Darmbeinkamm.
E. Spina posterior superior ossis ilei, hinterer oberer Darmbeinstachel.
F. Tuber ischii, Sitzknorren.
G. Ramus descendens ossis ischii, aufsteigender Ast des Sitzbeins.
G′ Ramus descendens ossis ischii, absteigender Ast des Sitzbeins.
H. Trochanter major, großer Rollhügel.
I. Processus spinosus vertebrae lumbalis primae, Dornfortsatz des ersten Lendenwirbels.
K. Processus spinosus vertebrae lumbalis quintae, Dornfortsatz des fünften Lendenwirbels.

1. Musculus latissimus dorsi, breiter Rückenmuskel.
2. Musculus serratus posticus inferior, hinterer unterer Sägemuskel.
3. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
4. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
5. Musculus glutaeus maximus, großer Gesäßmuskel.
6. Musculus glutaeus medius, mittlerer Gesäßmuskel.
7. Musculus pyriformis, birnförmiger Muskel.
8. Musculus gemellus superior, oberer Zwillingsmuskel.
9. Musculus obturator internus, innerer Hüftlochmuskel.
10. Musculus gemellus inferior, unterer Zwillingsmuskel.
11. Musculus quadratus femoris, viereckiger Schenkelmuskel.
12. Musculus vastus femoris externus, äußerer großer Schenkelmuskel.
13. Musculus gracilis, schlanker Muskel.
14. Musculus adductor magnus, großer Zuzieher des Beins.
15. Musculus biceps femoris, zweiköpfiger Schenkelmuskel.
16. Musculus semitendinosus, halbfaseriger Schenkelmuskel.
17. Musculus semimembranosus, halbhäutiger Schenkelmuskel.

a. Arteriae lumbales, rami musculares et cutis, Muskel- und Hautäste der Lendenpulsadern.
b. Arteria glutaea superior, Gesäßpulsader.
c. Arteria ischiadica oder glutaea inferior, Sitzbeinpulsader.
d. Arteria pudenda communis oder interna, innere Schampulsader.
e. Arteria perforans prima, erste durchbohrende Pulsader.
f. Arteria perforans secunda, zweite durchbohrende Pulsader.
α. Nervus ischiadicus, Hüftnerv.
β. Nervus glutaeus inferior, unterer Gesäßnerv.
γ. Nervus cutaneus femoris posterior, hinterer Hautnerv des Oberschenkels.
δ. Nervus pudendus communis, Schamnerv.
ε. Nervi haemorrhoidales medii, mittlere Mastdarmnerven.
ζ. Nervus haemorrhoidalis inferior, unterer Mastdarmnerv.
η. Nervi cutanei superiores clavium, obere Hautnerven des Gefäßes.
ϑ. Nervi cutanei dorsales, Hautnerven des Rückens.
ι. Nervi cutanei abdominales, Hautnerven des Unterleibes.

Muskeln.

I. Rückenmuskeln.

Die auf dieser Tafel vorkommenden Rückenmuskeln sind bereits bei Tafel 9 betrachtet worden, siehe deshalb wegen des:

1. breiten Rückenmuskels, musculus latissimus dorsi (Taf. 12; 2_1), S. 93;
2. hintern untern Sägemuskels, musculus serratus posticus inferior (Taf. 12; 2_2), S. 93.

II. Bauchmuskeln.

Die Bauchmuskeln dieser Tafel sind bei Tafel 10 betrachtet worden, siehe deshalb wegen des:

1. äußern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 12; 1_3, 2_3), S. 97;
2. innern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 12; 1_6, 2_4), S. 97;
3. queren Bauchmuskels, musculus transversus abdominis (Taf. 12; 1_7), S. 97;
4. Zwerchfells, Diaphragma (Taf. 12; 1_4), siehe den Text zu Tafel 8, S. 87.

III. Muskeln der untern Extremität.

Die Muskeln der untern Extremität dieser Tafel werden abgehandelt bei Tafel 14, siehe deshalb wegen des
1. großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 12; 1_1), S. 124;
2. innern Hüftbeinmuskels, musculus iliaeus internus (Taf. 12; 1_2), S. 124;
3. birnförmigen Muskels, musculus pyriformis (Taf. 12; 1_8, 2_7), S. 125;
4. großen Gesäßmuskels, musculus glutaeus maximus (Taf. 12; 2_3), S. 125;
5. mittlern Gesäßmuskels, musculus medius (Taf. 12; 2_6), S. 124;
6. obern Zwillingsmuskels, musculus gemellus superior (Taf. 12; 2_8), S. 125;
7. innern Hüftbeinmuskels, musculus obturator internus (Taf. 12; 2_9), S. 125;
8. untern Zwillingsmuskels, musculus gemellus inferior (Taf. 12; 2_{10}), S. 125;
9. viereckigen Schenkelmuskels, musculus quadratus femoris (Taf. 12; 2_{11}), S. 125;
10. äußern großen Schenkelmuskels, musculus vastus externus (Taf. 12; 2_{12}), S. 126;
11. schlanken Schenkelmuskels, musculus gracilis (Taf. 12; 2_{13}), S. 126;
12. großen Zuziehers des Beins, musculus adductor femoris magnus (Taf. 12; 2_{14}), S. 126;
13. zweiköpfigen Schenkelmuskels, musculus biceps femoris (Taf. 12; 2_{15}), S. 127;
14. halbfaserigen Schenkelmuskels, musculus semitendinosus (Taf. 12; 2_{16}), S. 127;
15. halbhäutigen Schenkelmuskels, musculus semimembranosus (Taf. 12; 2_{17}), S. 127.

Harnorgane.

Die Harnorgane, organa urinaria (Taf. 12; 1 VII und 1 VII'), sind bereits bei Tafel 10 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 99.

Baucheingeweide.

Die Erklärung der Baucheingeweide, viscera abdominalia (Taf. 12; 1 I bis 1 VI), siehe im Text zu Tafel 11, S. 103.

Blutgefäße.

I. Pulsadern.

Die Bauchaorta, aorta descendens abdominalis (Taf. 11; 1a. Taf. 12; 1a), ist die Fortsetzung der absteigenden Brustaorta, und gelangt durch die Aortenöffnung des Zwerchfells, hiatus aorticus, aus der Brusthöhle in die Bauchhöhle, wo sie an der vordern Fläche des ersten bis vierten Bauchwirbels ein klein wenig nach der linken Seite zu herabläuft. Sie gibt folgende Zweige ab:

1. die untern Zwerchfellpulsadern, arteriae phrenicae inferiores (Taf. 11; 1b. Taf. 12; 2b), zwei Stück, die dicht unter der Aortenöffnung des Zwerchfells entspringen und sich an der untern Fläche desselben verbreiten;
2. die Nebennierenpulsadern, arteriae suprarenales (Taf. 12; 1c), deren es auf jeder Seite zwei bis vier Stück gibt;
3. die Nierenpulsadern, arteriae renales (Taf. 12; 1e), und zwar eine rechte, dextra, und eine linke, sinistra, für die rechte und linke Niere;
4. die Samenpulsadern, arteriae spermaticae internae oder seminales (Taf. 12; 1f), zwei sehr dünne Arterien, eine rechte und eine linke, von denen die eine oder die andere auch zuweilen aus der Nierenpulsader entspringt. Sie gehen nach unten, um beim Manne in den Samenstrang, bei der Frau zu den Eierstöcken und den Muttertrompeten und den Grund der Gebärmutter zu gelangen;
5. die Lendenpulsadern, arteriae lumbales (Taf. 12; 1h), deren vier Stück auf jeder Seite des Bauchaorta entspringen, die über die Lendenwirbelkörper quer nach außen und hinten verlaufen, wo sie sich am Rande der Wirbel in zwei Aeste spalten, von denen der eine als Rückenast, ramus dorsalis oder posterior (Taf. 12; 2a), zu den Muskeln und der Haut des Rückens geht, während der andere, der Unterleibsast, ramus abdominalis oder anterior, zwischen den seitlichen Bauchmuskeln verläuft.

Für die Verdauungsorgane gibt die Bauchaorta besondere Zweige ab, es sind die:

6. Eingeweidepulsader, arteria coeliaca (Taf. 11; 1c), eine kurze dicke Arterie, welche ungefähr in der Nähe des 12. Brustwirbels aus der vordern Wand der Bauchaorta entspringt. Sie theilt sich sehr bald in drei Theile, den sogenannten Haller'schen Dreifuß, tripus Halleri, indem sie folgende Aeste abgibt:
   a) die linke Kranzpulsader des Magens, arteria coronaria ventriculi sinistra (Taf. 11; 1f),
   b) die Leberpulsader, arteria hepatica (Taf. 11; 1e), die sich wieder in die
      α) rechte Kranzpulsader des Magens, arteria coronaria ventriculi dextra (Taf. 11; 1h),
      β) Magen-Zwölffingerdarmpulsader, arteria gastro-duodenalis (Taf. 11; 1g), und in den
      γ) rechten und linken Leberast, ramus hepaticus dexter und sinister theilt, von welchen der rechte Leberast die Gallenpulsader, arteria cystica (Taf. 11; 1i), abgibt,
   c) die Milzpulsader, arteria lienalis oder splenica (Taf. 11; 1d), von welcher wiederum die
      α) kurzen Magenpulsadern, arteriae gastricae breves (Taf. 11; 1k), und die
      β) linke Magennetzpulsader, arteria epiploica sinistra (Taf. 11; 1e), entspringen;
7. obere Gekröspulsader, arteria mesenterica superior (Taf. 10; 1d), welche dicht unter der Eingeweidepulsader entspringt und im Dünndarmgekröse bogenförmig bis in die rechte Darmbeingegend, regio iliaca dextra, verläuft, und den Leer- und Krummdarm, sowie den aufsteigenden und queren Grimmdarm versorgt;
8. untere Gekröspulsader, arteria mesenterica inferior (Taf. 12; 1g), welche den absteigenden Grimmdarm und den obern Theil des Mastdarms versieht.

Vor dem vierten Lendenwirbel spaltet sich die Bauchaorta in zwei Theile, die gemeinschaftlichen Hüftpulsadern, arteriae iliacae communes (Taf. 12; 1l), welche vom Körper des vierten und fünften Lendenwirbels nach außen und vorn gehen. In der Theilungsstelle entspringt aus der hintern Wand der Bauchaorta die mittlere Kreuzbeinpulsader, arteria sacra media (Taf. 12; 1i), welche in der Mitte über die vordere Fläche des Körpers des fünften Lenden-

s und in der Concavität des Kreuzbeins bis Steißbein herabgeht.

gemeinschaftliche Hüftpulsader theilt iederum vor der Symphysis sacro-iliaca in zwei e, die

Beckenpulsader, arteria hypogastrica oder interna (Taf. 12; 1e), welche etwas schräg nach und hinten gekrümmt in das kleine Becken herab und folgende Zweige abgibt:

die Hüftlendenpulsader, arteria ileo-lumbalis (Taf. 12; 1m);

die seitliche Kreuzbeinpulsader, arteria sacra lateralis (Taf. 12; 1n);

die Hüftlochpulsader, arteria obturatoria (Taf. 12; 1o), welche wiederum zwei Aeste abgibt, einen

α) vordern oder innern Ast, ramus anterior oder internus (Taf. 12; 1o′), und einen

β) hintern oder äußern Ast, ramus posterior oder externus (Taf. 12; 1o″);

die Gesäßpulsader, arteria glutaea superior (Taf. 12; 1p, 2b);

die Sitzbeinpulsader, arteria ischiadica oder glutaea inferior (Taf. 12; 1q, 2c);

die innere Schampulsader, arteria pudenda communis oder interna (Taf. 12; 1s, 2d), welche wiederum folgende bemerkenswerthe Aeste abgibt:

α) die äußern Mastdarmpulsadern, arteriae haemorrhoidales externae oder inferiores (Taf. 12; 1s′);

β) die Dampulsader, arteria transversa perinei (Taf. 12; 1s″);

γ) die Gliedpulsader, arteria penis (Taf. 12; 1t), welche sich wiederum in die

Rückenpulsader des Gliedes, arteria dorsalis penis (Taf. 10; 2i. Taf. 11; 1u. Taf. 12; 1t′), und in die tiefe Gliedpulsader, arteria profunda penis (Taf. 12; 1t″), theilt;

die Nabelpulsader, arteria umbilicalis, welche aber nur im Embryo vorhanden ist und beim Erwachsenen die Harnblasenpulsader, arteria vesicalis, bildet, dieselbe theilt sich in eine

α) obere Harnblasenpulsader, arteria vesicalis superior (Taf. 12; 1r), und in eine

β) untere Harnblasenpulsader, arteria vesicalis inferior (Taf. 12; 1r′).

Die äußere Hüftbeinpulsader, arteria iliaca rna (Taf. 12; 1a), welche von der Hüftkreuzbein- schräg nach außen und vorn verläuft und über Mitte des horizontalen Schambeinastes hinweg zum rschenkel gelangt, wo sie dann den Namen Schenkel- sader, arteria cruralis (Taf. 10; 1c, 2a. Taf. 11; 2a. Taf. 12; 1u′), führt.

ie äußere Hüftbeinpulsader, arteria iliaca rna, gibt folgende Zweige ab:

) die untere Bauchdeckenpulsader, arteria epigastrica inferior oder interna (Taf. 10; 2c. Taf. 11; 1n, 2b. Taf. 12; 1v), aus welcher wiederum die

α) Schambeinpulsader, arteria pubica (Taf. 12; 1v′), und die

β) äußere Samenpulsader, arteria spermatica externa, welche an der äußern Seite des Samenstranges verläuft, entspringt;

) die Kranzpulsader der Hüfte, arteria circumflexa ilei (Taf. 10; 2b. Taf. 11; 1o. Taf. 12; 1w), welche nach aufwärts, zum obern vordern Darmbeinstachel geht, und längs des innern Randes bogenförmig nach hinten verläuft.

Die Schenkelpulsader gibt in ihrem obern auf unserer Tafel, sowie auf den beiden vorhergehenden, sichtbaren Verlauf, folgende Zweige ab:

a) die oberflächliche Bauchdeckenpulsader, arteria epigastrica superficialis (Taf. 10; 1a, 2d, Taf. 11; 1n. Taf. 12; 1x);

b) die äußern Schampulsadern, arteriae pudendae externae (Taf. 10; 1b, 2e. Taf. 11; 1q. Taf. 12; 1x′);

c) die tiefe Schenkelpulsader, arteria profunda femoris (Taf. 10; 2f. Taf. 11; 1r, 2c. Taf. 12; 1y), aus welcher wiederum mehrere Aeste hervorgehen, und zwar die:

α) äußere Kranzpulsader des Oberschenkels, arteria circumflexa femoris externa (Taf. 10; 2g. Taf. 11; 1s. Taf. 12; 1z), mit dem absteigenden Aste, ramus descendens (Taf. 10; 2h. Taf. 11; 1t. Taf. 12; 1z′);

β) innere Kranzpulsader, des Oberschenkels, arteria circumflexa femoris interna (Taf. 12; 1y′), welche den Verbindungsast, ramus communicans arteriae circumflexae femoris (Taf. 12; 1y″), abgibt;

γ) durchbohrenden Pulsadern des Oberschenkels, arteriae perforantes femoris (Taf. 12; 1z″), und zwar eine erste, arteria perforans prima (Taf. 2; 2e), und eine zweite, arteria perforans secunda (Taf. 12; 2f).

II. Blutadern.

Die untere Hohlvene, vena cava inferior oder ascendens (Taf. 12; 1α), gelangt durch das vierseitige Loch, foramen quadrilaterum, aus der Bauchhöhle in die Brusthöhle und daselbst zum rechten Vorhof des Herzens. In der Bauchhöhle entspricht sie der Bauchaorta und setzt sich aus folgenden Zweigen zusammen:

1. den Lendenblutadern, venae lumbales (Taf. 12; 1β);

2. den Nierenblutadern, venae renales (Taf. 12; 1δ), welche die Samenblutadern, venae spermaticae internae (Taf. 12; 1γ), aufnehmen;

3. den Nebennierenblutadern, venae suprarenales (Taf. 12; 1ε);

4. den gemeinschaftlichen Hüftblutadern, venae iliacae communes (Taf. 12; 1ζ). Es sind dies die beiden Hauptzweige, aus denen die untere Hohlvene sich zusammensetzt. Sie nehmen die mittlern Kreuzbeinblutadern, venae sacrales mediae (Taf. 12; 1η), auf, und entstehen aus der

a) Beckenblutader oder innern Hüftblutader, vena hypogastrica oder vena iliaca interna (Taf. 12; 1ϑ), und aus der

b) Schenkelblutader oder äußern Hüftblutader, vena cruralis (Taf. 10; 1d, 2k. Taf. 11; 1w, 2d. Taf. 12; 1i), welche in ihren tiefen Zweigen der Schenkelpulsader entspricht. Sie setzt sich in der Hauptsache zusammen aus der

α) großen Rosenader, vena saphena magna interna (Taf. 10; 1e, 2m. Taf. 11; 1v, 2e), welche die Hautvenen der innern Fläche des Schenkels, venae cutaneae femoris (Taf. 10; 1f), aufnimmt;

β) tiefen Blutader des Oberschenkels, vena profunda femoris (Taf. 11; 2f);

γ) Bauchdeckenblutader, vena epigastrica (Taf. 10; 2e. Taf. 11; 1x), und aus den

δ) äußern Schamblutadern, venae pudendae externae (Taf. 11; 1z).

III. Pfortader.

Die Pfortader, vena portae (Taf. 11; 1υ), nimmt die Blutadern des Verdauungsapparates auf und läuft zwischen den Platten des Leber-Zwölffingerdarmbandes zur Querfurche der Leber oder der Leberpforte, porta hepatis, wo sie sich in zwei Zweige, den rechten und linken, ramus dexter und sinister, für jeden Leberlappen spaltet, in denen sie sich nochmals wie eine Pulsader verzweigt, um sich dann wieder in den Leberblutadern zu sammeln, die sich schließlich in die untere Hohlvene ergießen.

IV. Lymphgefäße.

Die Lymphgefäße der untern Extremitäten verlaufen theils oberflächlich, theils in der Tiefe und bilden die Lymphdrüsen, von denen die bemerkenswerthesten die oberflächlichen Leistendrüsen, glandulae inguinales (Taf. 10; 11l), sind.

Nerven.

Die Nerven dieser wie der beiden vorhergehenden Tafeln nehmen ihren Ursprung theils von den Lenden- oder Bauchnerven, nervi spinales lumbales, theils von den Kreuzbeinnerven, nervi spinales sacrales.

I. Lendennerven.

Die Lendennerven, nervi spinales lumbales, spalten sich gleich nach ihrem Austritt aus dem Zwischenwirbelloch in zwei Aeste, einen dünnern hintern und einen stärkern vordern Ast.

Die vordern Aeste, rami anteriores, bilden das Lendengeflecht, plexus lumbalis, von denen die folgenden auf unsern Tafeln dargestellt sind:

1. Hüftbeckennerv, nervus ilio-hypogastricus, mit dem Hautast, ramus cutaneus (Taf. 11; 1ι);
2. Hüftleistennerv, nervus ileo-inguinalis (Taf. 10; 1α);
3. Schamschenkelnerv, nervus genito-cruralis, welcher den Lendenleistennerv, nervus lumbo-inguinalis (Taf. 11; 1α), abgibt;
4. vorderer äußerer Hautnerv des Oberschenkels, nervus cutaneus femoris anterior externus;
5. Hüftlochnerv, nervus obturatorius, der sich in einen stärkern vordern Ast, ramus anterior (Taf. 11; 1ο, 2α), und in einen dünnern hintern Ast (Taf. 11; 2β) spaltet;
6. Schenkelnerv, nervus cruralis (Taf. 10; 2α. Taf. 11; 1δ). Aus diesem nehmen ihren Ursprung folgende bedeutendern Nervenzweige:
   a) der kleine Rosennerv oder innere Hautnerv des Oberschenkels, nervus saphenus minor oder cutaneus femoris internus (Taf. 11; 1ε);
   b) der mittlere vordere Hautnerv des Oberschenkels, nervus cutaneus femoris anterior medius (Taf. 11; 1ζ);
   c) der große Rosennerv, nervus saphenus major (Taf. 11; 1η);
   d) die Muskelzweige des Schenkelnerven, rami musculares nervi cruralis (Taf. 11; 1θ).

Die hintern Aeste, posteriores, gehen zu den Muskeln der Lendengegend, und geben die Hautzweige des Rückens, nervi cutanei dorsales (Taf. 12; 2υ), sowie die obern Gefäß-Hautnerven, nervi cutanei superiores clunium, während die Unterleibshautnerven, nervi cutanei abdominales (Taf. 12; 2ι), von den Brustnerven entspringen.

II. Kreuznerven.

Die Kreuznerven, nervi spinales sacrales, gehen aus dem Pferdeschwanz, cauda equina, hervor und theilen sich in gleicher Höhe mit den Kreuzbeinlöchern, foramina sacralia, in zwei Aeste, einen vordern und hintern Kreuzbeinnervenast.

Die vordern Aeste des Kreuzbeinnerven, rami anteriores nervorum sacralium, vereinigen sich zu dem Kreuzbein-Schamgeflecht, plexus sacro-pudendalis, dessen oberer Theil das Kreuzbeingeflecht, dessen unterer Theil das Schamgeflecht bildet.

1. Hüft- oder Kreuzbeingeflecht, plexus sacralis oder ischiadicus.

Aus demselben entspringen:

a) der hintere Hautnerv des Oberschenkels, nervus cutaneus femoris posterior (Taf. ...
b) der obere Gefäßnerv, nervus glutaeus superior (Taf. 12; 2β);
c) der untere Gefäßnerv, nervus glutaeus inferior (Taf. 12; 2β);
d) der Hüftnerv, nervus ischiadicus (Taf. 12; 2γ).

2. Schamgeflecht, plexus pudendalis, aus demselben entspringen:

a) die mittlern Mastdarmnerven, nervi hemorrhoidales medii (Taf. 12; 2ε);
b) der untere Mastdarmnerv, nervus hemorrhoidalis inferior (Taf. 12; 2ζ);
c) der Schamnerv, nervus pudendus communis (Taf. 12; 2δ).

Knochen und Bänder.

Die Knochen und Bänder (Taf. 12; 1A bis 2A bis K), sind bei Tafel 4, S. 43 und Tafel ... erläutert.

Tafel 13.

Die obern Extremitäten oder Brustglieder, welche zum größten Theil auf dieser Tafel zur Darstellung gelangt sind, hängen zu beiden Seiten des Rumpfes herab, und gehören zu den beweglichen Theilen des menschlichen Körpers. Sie gliedern sich in vier Abtheilungen: die Schulter, pars humeralis, welche bereits auf Tafel 6, 7 und 8, und aber auf Tafel 9 zur Anschauung gelangt ist, Oberarm, brachium, den Vorderarm, antibrachium, und die Hand, manus.

Figur 1. Der rechte Oberarm von vorn gesehen, nach Entfernung der Haut und Aponeurosen, sowie des Delta- und großen Brustmuskels.

A. Acromion, Schulterhöhe.
B. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
C. Tuberculum majus humeri, großer Oberarmknochenhöcker.
D. Tuberculum minus humeri, kleiner Oberarmknochenhöcker.
E. Sulcus bicipitalis, Rinne für die Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
F. Condylus humeri internus, innerer Gelenkknorren des Oberarmknochens.
G. Ligamentum coraco-claviculare, Schlüsselbein-Rabenschnabelfortsatzband.
H. Ligamentum coraco-acromiale, Schulterhöhe-Rabenschnabelfortsatzband.
J. Ligamentum capsulare humeri, Kapselband des Oberarmknochens.
1. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
2. Musculus biceps brachii, zweiköpfiger Armmuskel.
2′ Caput longum musculi bicipitis brachii, langer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
2″ Caput breve musculi bicipitis brachii, kurzer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
2‴ Aponeurosis musculi bicipitis brachii, Sehnenhaut des zweiköpfigen Armmuskels.

Musculus coraco-brachialis, Rabenschnabelfortsatz-Armmuskel.
Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
Musculus pronator teres, runder Vorwärtsdreher des Vorderarms (am obern Ende abgeschnitten).
Musculus flexor carpi radialis oder radialis internus, innerer Speichenmuskel (am obern Ende abgeschnitten).
Musculus palmaris longus, langer Hohlhandmuskel (am obern Ende abgeschnitten).
Musculus flexor digitorum communis sublimis, gemeinschaftlicher oberer Beugemuskel der Finger.
Arteria brachialis, Armpulsader.
Arteria profunda brachii, tiefe Armpulsader.
Arteria collateralis ulnaris superior, obere Elnbogennebenpulsader.
Arteria radialis, Speichenpulsader.
Arteria recurrens radialis, zurücklaufende Speichenpulsader.
Arteria ulnaris oder cubitalis, Elnbogenpulsader.
Arteria antibrachii communis oder interossea communis, Zwischenknochenpulsader.
Arteria interossea externa, äußere Zwischenknochenpulsader.
Arteria interossea interna, innere Zwischenknochenpulsader.
Vena cephalica oder cutanea radialis, Speichenhautblutader.
Stelle, wo die Mittelarmblutader, Vena mediana, in die Speichenhautblutader einmündet.
Venae brachii, Armblutadern, welche die Armpulsadern begleiten.
Stelle, wo sich die Elnbogenhautblutader, vena basilica oder cutanea ulnaris, mit der innern Oberarmblutader verbindet.
Venae profundae brachii, tiefe Armblutadern, welche die Pulsadern begleiten.
Venae radiales, Speichenblutadern, welche die Speichenpulsader begleiten.
Venae ulnares, Elnbogenblutadern, welche die Elnbogenpulsader begleiten.

2. Der rechte Oberarm von vorn gesehen weiterer Entfernung des zweiköpfigen Oberarmmuskels.

Acromion, Schulterhöhe.
Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
Tuberculum majus humeri, großer Oberarmknochenhöcker.
Tuberculum minus humeri, kleiner Oberarmknochenhöcker.
Condylus externus humeri, äußerer Gelenkfortsatz des Oberarmbeins.
Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmbeins.
Ligamentum coraco-claviculare, Rabenschnabelfortsatz-Schlüsselbeinband.
Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.
Ligamentum capsulare humeri, Kapselband des Oberarmbeins.
Vagina tendinis musculi bicipitis brachii, Sehnenscheide des zweiköpfigen Armmuskels.
Insertio musculi pectoralis majoris, Ansatzstelle des großen Brustmuskels.
Musculus deltoideus, Deltamuskel.
2. Musculus biceps brachii, zweiköpfiger Armmuskel.
2′ Caput longum musculi bicipitis brachii, langer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
2″ Caput breve musculi bicipitis brachii, kurzer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
3. Musculus coraco-brachialis, Rabenschnabelfortsatz-Armmuskel.
4. Musculus brachialis internus, innerer Armmuskel.
5. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
6. Musculus extensor carpi radialis brevis oder musculus radialis externus longus, äußerer langer Speichenmuskel.
7. Musculus supinator brevis, kurzer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
8. Musculus flexor digitorum communis sublimis, oberer gemeinschaftlicher Beugemuskel der Finger.
a. Arteria brachialis, Armpulsader.
b. Rami musculares arteriae brachialis, Muskeläste der Armpulsader.
c. Arteria profunda brachii, tiefe Armpulsader.
d. Arteria collateralis ulnaris superior, obere Elnbogennebenpulsader.
e. Arteria collateralis ulnaris inferior, untere Elnbogennebenpulsader.
f. Arteria radialis, Speichenpulsader.
g. Arteria recurrens radialis, zurücklaufende Speichenpulsader.
h Arteria ulnaris oder cubitalis, Elnbogenpulsader.
i. Arteria antibrachii communis oder interossea communis, gemeinschaftliche Pulsader des Vorderarms, oder gemeinschaftliche Zwischenknochenpulsader.
k. Arteria interossea externa, äußere Zwischenknochenpulsader.
l. Arteria interossea interna, innere Zwischenknochenpulsader.
α. Nervus medianus, Mittelarmnerv.
β. Nervus ulnaris oder cubitalis, Elnbogennerv.
γ. Nervus cutaneus externus brachii, äußerer Hautnerv des Arms.
δ. Nervus cutaneus medius brachii, innerer Hautnerv des Arms.
ε. Nervus cutaneus externus antibrachii, äußerer Hautnerv des Vorderarms.
ζ. Nervus radialis, Speichennerv.
ζ′ Ramus profundus nervi radialis, tiefer Ast des Speichennerven.
ζ″ Ramus superficialis nervi radialis, oberflächlicher Ast des Speichennerven.

Figur 3. Der rechte Oberarm von hinten gesehen, nach Entfernung der Haut und Aponeurose, sowie des Deltamuskels und der Untergrätenmuskel.

A. Spina scapulae, Schultergräte.
B. Acromion, Schulterhöhe.
C. Collum scapulae, Hals des Schulterblattes.
C′ Incisura colli scapulae, Einschnitt des Schulterblatthalses.
D. Claviculae pars acromialis, Schulterhöhentheil des Schlüsselbeins.
E. Tuberculum majus humeri, großer Oberarm knochenhöcker.
F. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmbeins.
G. Olecranon, Elnbogenknorren.
H. Ulna, Elnbogenbein.
J. Ligamentum acromio-claviculare, Schulterhöhen-Schlüsselbeinband.

K. Ligamentum incisurae colli scapulae, Band des Einschnitts des Schulterblatthalses.
L. Ligamentum capsulare humeri, Kapselband des Oberarmknochens.
1. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
1′ Caput internum musculi tricipitis brachii, innerer Kopf des dreiköpfigen Armmuskels.
1″ Caput longum musculi tricipitis brachii, langer Kopf des dreiköpfigen Armmuskels.
1‴ Caput externum musculi tricipitis brachii, äußerer Kopf des dreiköpfigen Armmuskels.
2. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
3. Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
4. Musculus anconaeus quartus, kleiner Elnbogenmuskel.
5. Musculus extensor carpi radialis longus oder musculus radialis externus longus, äußerer langer Speichenmuskel.
6. Musculus extensor digitorum communis, gemeinschaftlicher Fingerstrecker.
7. Musculus extensor carpi ulnaris, oder musculus ulnaris externus, äußerer Elnbogenmuskel.
8. Muskeln der Volarseite des Vorderarms.
a. Arteria subscapularis, Unterschulterblattpulsader.
a′ Arteria circumflexa scapulae, umgebogene Schulterblattpulsader.
b. Arteria circumflexa humeri posterior, hintere Kranzpulsader des Arms.
c. Arteria collateralis ulnaris superior, obere Elnbogennebenpulsader.
d. Arteria recurrens interossea, rücklaufende Zwischenknochenpulsader.

Figur 4. Der rechte Unterarm von vorn gesehen, nach Entfernung der Hautund der Aponeurose.

A. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
B. Phalanx prima digitorum, erster Fingergliedknochen.
C. Phalanx secunda digitorum, zweiter Fingergliedknochen.
D. Phalanx tertia digitorum, dritter Fingergliedknochen.
E. Aponeurosis musculi bicipitis brachii, Sehnenhaut des zweiköpfigen Armmuskels.
F. Fascia palmaris, Hohlhandfascie, an ihrem Anfange abgeschnitten.
G. Pars fasciae antibrachii, Theil der Fascie des Vorderarms, Volarseite.
H. Ligamentum carpi volare proprium, das eigene Band der Handwurzel-Hohlhandseite.
J. Ligamenta vaginalia digitorum auch ligamenta annularia und obliqua oder cruciata, Scheidenbänder der Fingerbeuger, auch Ring- und Kreuzbänder.
1. Tendo musculi bicipitis brachii inferior, untere Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
2. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
3. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
4. Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
5. Musculus pronator teres, runder Vorwärtsdreher des Vorderarms.
6. Musculus flexor carpi radialis, innerer Speichenmuskel.
7. Musculus palmaris longus, langer Hohlhandmuskel.
8. Musculus flexor digitorum communis sublimis, oberflächlicher gemeinschaftlicher Beugemuskel der Fingerglieder.
9. Musculus flexor pollicis longus, langer Beugemuskel des Daumens.
10. Musculus flexor carpi ulnaris, oder ulnaris internus, innerer Elnbogenmuskel.
11. Musculus pronator quadratus, viereckiger Vorwärtsdreher des Vorderarms.
12. Musculus palmaris brevis, kurzer Hohlhandmuskel.
13. Musculus abductor pollicis brevis, kurzer Abzieher des Daumens.
14. Musculus opponens pollicis, Gegensteller des Daumens.
15. Musculus flexor pollicis brevis, kurzer Beugemuskel des Daumens.
16. Musculus adductor pollicis, Zuziehemuskel des Daumens.
17. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher des fünften Fingers.
18. Musculus flexor brevis digiti minimi, kurzer Beuger des fünften Fingers.
19. Musculi lumbricales, Spul- oder Regenwurmmuskeln.
20. Tendo musculi flexoris digitorum communis profundi, Sehne des gemeinschaftlichen tiefen Beugemuskels der Finger.
a. Arteria brachialis, Armpulsader.
b. Arteria radialis, Speichenpulsader.
c. Ramus volaris superficialis arteriae radialis, oberflächlicher Hohlhandast der Speichenpulsader.
d. Ramus volaris arteriae ulnaris, Hohlhandast der Elnbogenpulsader.
d′ Arcus volaris sublimis arteriae ulnaris, oberflächlicher Hohlhandbogen der Elnbogenpulsader.
e. Arteriae digitales, Fingerpulsadern.
f. Vena mediana cephalica, Mittelarmblutader der Speichenhautblutader.
g. Venae profundae antibrachii, tiefe Blutadern des Vorderarms.
α. Nervus radialis superficialis, oberflächlicher Speichennerv.
β. Ramus anterior nervi radialis superficialis, vorderer Ast des oberflächlichen Speichennerven.
γ. Ramus posterior nervi radialis superficialis, hinterer Ast des oberflächlichen Speichennerven.

Figur 5. Der rechte Unterarm von vorn gesehen, nach Entfernung der obern Muskelschicht.

A. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
B. Radius, Speiche.
C. Ulna, Elnbogenbein.
D. Os pisiforme, Erbsenbein.
E. Processus uncinatus ossis hamati, Hakenfortsatz des Hakenbeins.
F. Phalanx prima, erstes Fingerglied.
G. Phalanx secunda, zweites Fingerglied.
H. Phalanx tertia, drittes Fingerglied.
J. Ligamentum carpi volare proprium, eigenes Band der Hohlhandseite der Handwurzel.
1. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
2. Musculus supinator brevis, kurzer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
3. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
4. Musculus extensor carpi radialis brevis, äußerer kurzer Speichenmuskel.

Tendo musculi bicipitis brachii, Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
Musculus flexor digitorum communis sublimis, gemeinschaftlicher oberflächlicher Beugemuskel der Finger.
Tendo musculi flexoris digitorum communis profundi, Sehne des gemeinschaftlichen untern Beugemuskels der Finger.
Musculus flexor pollicis longus, langer Beugemuskel des Daumens.
Musculus pronator quadratus, viereckiger Vorwärtsdreher des Vorderarms.
Musculus opponens pollicis, Gegensteller des Daumens.
Musculus flexor pollicis brevis, kurzer Beugemuskel des Daumens.
Musculus adductor pollicis, Zuziehemuskel des Daumens.
Musculus abductor digiti minimi, Abziehemuskel des fünften Fingers.
Musculus flexor brevis digiti minimi, kurzer Beugemuskel des kleinen Fingers.
Musculi interossei interni, innere Zwischenknochenmuskeln.
Musculi interossei externi, äußere Zwischenknochenmuskeln.
Arteria brachialis, Armpulsader.
Arteria radialis, Speichenpulsader.
Ramus volaris superficialis arteriae radialis, oberflächlicher Hohlhandast der Speichenpulsader.
Ramus dorsalis arteriae radialis, Rückenast der Speichenpulsader.
Arteria ulnaris, Elnbogenpulsader.
Arteria antibrachii oder interossea communis, gemeinschaftliche Zwischenknochenpulsader.
Arteriae ulnaris ramus volaris superficialis, oberflächlicher Hohlhandast der Elnbogenpulsader.
Arteriae ulnaris ramus volaris profundus, tiefer Hohlhandast der Elnbogenpulsader.
Arteria volaris digiti minimi, Hohlhandpulsader des fünften Fingers.
Arteria interossea volaris, Hohlhandzwischenknochenpulsader.
Venae profundae antibrachii, tiefe Blutadern des Vorderarms.
Nervus cutaneus externus brachii, äußerer Hautnerv des Arms.
Nervus medianus, Mittelarmnerv.
Rami musculares nervi mediani, Muskeläste des Mittelarmnerven.
Nervus interosseus internus, innerer Zwischenknochennerv.
Nervi digitales volares, Hohlhandnerven der Finger.
Nervus ulnaris volaris, Hohlhandzweig des Elnbogennerven.
Nervi ulnaris volaris ramus superficialis, oberflächlicher Ast des Hohlhandzweigs des Elnbogennerven.
Nervi ulnaris volaris ramus profundus, tiefer Ast des Hohlhandzweigs des Elnbogennerven.
Nervus radialis, Speichennerv.
Nervus radialis superficialis, oberflächlicher Speichennerv.
Ramus anterior nervi radialis superficialis, vorderer Ast des oberflächlichen Speichennerven.
Ramus posterior, hinterer Ast des oberflächlichen Speichennerven.

Figur 6. Der rechte Unterarm von hinten gesehen, nach Entfernung der Haut und Aponeurose.

A. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
B. Condylus externus humeri, äußerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
C. Olecranon, Elnbogenknorren.
D. Ulna, Elnbogenbein.
E. Radius, Speiche.
F. Os brachii, Oberarmbein.
G. Phalanx prima, erstes Fingerglied.
H. Phalanx secunda, zweites Fingerglied.
J. Phalanx tertia, drittes Fingerglied.
K. Ligamentum capsulare cubiti, Kapselband des Elnbogengelenks.
L. Ligamentum carpi dorsale, Rückenband der Handwurzelknochen.
M. Ligamenta capsularia digitorum, Kapselbänder der Finger.
1. Musculus triceps brachii tendo, Sehne des dreiköpfigen Armmuskels.
2. Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
3. Musculus extensor carpi radialis longus, langer äußerer Speichenmuskel.
4. Musculus extensor carpi radialis brevis, kurzer äußerer Speichenmuskel.
5. Musculus extensor digitorum communis, gemeinschaftlicher Fingerstrecker.
6. Musculus extensor digiti minimi proprius, eigener Strecker des kleinen Fingers.
7. Musculus extensor carpi ulnaris, äußerer Elnbogenbeinmuskel.
8. Musculus anconaeus quartus, kleiner Elnbogenmuskel.
9. Musculus abductor pollicis longus, langer Abzieher des Daumens.
10. Musculus extensor pollicis brevis, kurzer Streckmuskel des Daumens.
11. Musculus extensor pollicis longus, langer Strecker des Daumens.
12. Musculus extensor indicis proprius, tendo, Sehne des eigenen Streckers des Zeigefingers.
13. Musculi interossei externi, äußere Zwischenknochenmuskeln.
13′ Musculi interossei interni, innere Zwischenknochenmuskeln.
14. Musculus adductor pollicis, Zuzieher des Daumens.
15. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher des kleinen Fingers.
16. Muskeln der Finger-Volarseite des Vorderarms.
a. Arteria collateralis ulnaris, Elnbogennebenpulsader.
b. Arteria collateralis radialis, Speichennebenpulsader.
c. Arteria collateralis media, mittlere Nebenpulsader.
d. Ramus arteriae interosseae externae, Ast der äußern Zwischenknochenpulsader.
e. Ramus arteriae recurrentis ulnaris, Ast der zurücklaufenden Elnbogenpulsader.
f. Ramus dorsalis arteriae radialis, Rückenast der Speichenpulsader.
g. Ramus carpeus arteriae radialis dorsalis, Handwurzelast des Rückenzweigs der Speichenpulsader.
h. Arteria metacarpea dorsalis, Rücken-Mittelhandknochenpulsader.
i. Ramus ulnaris arteriae pollicis, Ulnarast der Daumenpulsader.

k. Arteria princeps pollicis oder magna pollicis, Hauptpulsader des Daumens oder große Daumenpulsader.

Muskeln der obern Extremität.

Die Muskeln der obern Extremität zerfallen in Muskeln der Schulter, des Oberarms, des Unterarms und der Hand.

I. Muskeln an der Schulter.

A. Muskeln an der obern Seite der Schulter.

1. Deltamuskel, musculus deltoideus (Taf. 6; 1_{25}). Taf. 7; 1_{24}. Taf. 8; 1_{16}. Taf. 9; 2_{18}. Taf. 13; 2_{1}).

Lage:
Bedeckt das Schultergelenk.

Ansätze:
a) Die Schultergräte, die Schulterhöhe und der Schulterhöhentheil des Schlüsselbeins.
b) Die spina tuberculi majoris des Oberarmknochens.

Wirkung:
Hebt den Arm nach außen in die Höhe.

2. Hakenarmmuskel, musculus coraco-brachialis (Taf. 7; 1_{26}. Taf. 13; 1_{3}, 2_{3}).

Lage:
An der äußern Wand der Achselhöhle.

Ansätze:
a) Die Spitze des Rabenschnabelfortsatzes.
b) Das untere Ende der spina tuberculi minoris und das innere Zwischenmuskelband.

Wirkung:
Zieht den Arm nach innen und vorn, und hebt ihn zu gleicher Zeit.

B. Muskeln an der äußern Seite der Schulter.

1. Obergrätenmuskel, musculus supraspinatus (Taf. 9; 2_{19}).

Lage:
An der hintern Fläche des Schulterblattes über der Schultergräte.

Ansätze:
a) Die Fläche und die Ränder der Obergrätengrube des Schulterblattes.
b) Die obere Fläche des großen Oberarmhöckers.

Wirkung:
Hebt den Arm in die Höhe und rollt ihn auswärts.

2. Untergrätenmuskel, musculus infraspinatus (Taf. 6; 2_{21}. Taf. 9; 2_{20}).

Lage:
An der hintern Fläche des Schulterblattes unter der Schultergräte.

Ansätze:
a) Die Fläche und die Ränder der Untergrätengrube des Schulterblattes.
b) Der mittlere Theil des großen Oberarmhöckers.

Wirkung:
Rollt den Arm nach auswärts und zieht denselben, wenn er gehoben war, nach hinten und unten.

3. Kleiner runder Armmuskel, musculus teres minor (Taf. 9; 2_{21}).

Lage:
Am vordern Rande des Schulterblattes, an den vordern Rand des Untergrätenmuskels sich anlegend.

Ansätze:
a) Die hintere Lippe des vordern Schulterblattrandes.
b) Die untere Fläche des großen Oberarmhöckers.

Wirkung:
Rollt den Arm nach auswärts und zieht ihn nach hinten.

C. Muskeln an der innern Seite der Sch[illegible]

1. Unterschulterblattmuskel, musculus scapularis.

Lage:
Bedeckt die ganze vordere, dem Rücken [illegible] Fläche des Schulterblattes.

Ansätze:
a) Die Fläche der fossa subscapu[illegible] Schulterblattes.
b) Der kleine Oberarmknochenhöcker.

Wirkung:
Rollt den Arm nach innen und zieht [illegible] wärts. (Dieser Muskel hat nicht zur T[illegible] gelangen können, da man sich ihn [illegible] vorstellen kann, so haben wir ihn der [illegible] keit wegen mit erwähnt.)

2. Großer runder Armmuskel, musculus major (Taf. 9; 2_{22}).

Lage:
Am untern Rande des kleinen [illegible] muskels.

Ansätze:
a) Der vordere Rand und untere [illegible] Schulterblattes.
b) Die spina tuberculi minoris des [illegible] knochens.

Wirkung:
Rollt den Arm nach innen und zieht [illegible] hinten und unten.

II. Muskeln am Oberarm.

A. Muskeln an der vordern Fläche [illegible] arms.

1. Zweiköpfiger Armmuskel, musculus brachii (Taf. 7; 1_{25}. Taf. 13; 1_{2}[illegible]

Lage:
An der vordern innern Seite des Ob[illegible]

Ansätze:
a) Der lange Kopf, caput longum bicipitis brachii (Taf. 7; $1_{25}''$. Taf. 13[illegible] geht an den obern Rand der Gelenk[illegible] Schulterblattes, die Sehne läuft in [illegible] zwischen beiden Oberarmhöckern [illegible] den beiden Oberarmhöckerleisten in [illegible] scheide für den zweiköpfigen [illegible] muskel, vagina tendinis musculi brachii (Taf. 13; 2K), hin. Der [illegible] caput breve (Taf. 7; $1_{25}'$. Taf. 13[illegible] setzt sich an den Rabenschnabel[illegible] Schulterblattes an.
b) Der gemeinschaftliche Bauch läuft [illegible] in eine Sehne aus, welche sich an [illegible] höcker ansetzt (Taf. 13; 4_{1}, 5_{5}), [illegible] sehnige Ausbreitung, aponeurosis bicipitis brachii (Taf. 13; $1_{2}'''$, [illegible] Fascie des Vorderarms übergeht.

Wirkung:
Beugt den Vorderarm und dreht [illegible] wenn er pronirt, das heißt nach inn[illegible] nach außen, welche Bewegung Supin[illegible]

2. Innerer Oberarmmuskel, musculus internus (Taf. 7; 1_{27}. Taf. 13; 1_{4}, 2_{4}, [illegible]

Lage:
Unter dem zweiköpfigen Armmuskel [illegible] auf dem Knochen.

Ansätze:
a) Die innere Fläche der untern [illegible] Oberarmknochens und die vordern [illegible] Zwischenmuskelbänder.
b) Der Kronenfortsatz des Elnbogen[illegible]

ıg:
ıgt den Vorderarm.
skeln an der Rückenfläche des Oberarms.
iköpfiger Armmuskel, musculus triceps (Taf. 7; 1_{28}. Taf. 9; 2_{23}. Taf. 13; 1_6, 2_5, 3_1, 4_3, 5_3, 6_1).

der hintern Fläche des Oberarms.
e:
Der lange Kopf, caput longum, auch der lange Elnbogenmuskel, musculus anconaeus longus (Taf. 12; $3_1''$) genannt, setzt sich an den vordern Rand des Schulterblattes unmittelbar unter der Gelenkgrube desselben zwischen den beiden runden Armmuskeln; der äußere Kopf, caput externum, auch äußerer Elnbogenmuskel, musculus anconaeus externus (Taf. 13; $3_1'''$) genannt, geht zum äußern Winkel des Oberarmknochens und zur hintern Fläche des äußern Zwischenmuskelbandes; der innere Kopf, caput internum, auch innerer Elnbogenmuskel, musculus anconaeus internus (Taf. 13; $3_1'$) genannt, setzt sich an den innern Winkel des Oberarmknochens und an die hintere Fläche des innern Zwischenknochenbandes.
Der Elnbogenknorren, olecranon, und der obere Theil der hintern Fläche und des äußern Winkels des Elnbogenbeins.
ıng:
tredt den Vorderarm.
einer Elnbogenmuskel, musculus anconaeus quartus (Taf. 13; 3_4, 6_8).

m obern hintern Theile des Vorderarms nach ußen vom Elnbogenknorren.
ze:
Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens,
) Der obere Theil der äußern Fläche und des äußern Winkels des Elnbogenbeins.
ıng:
ilft mit den Vorderarm strecken.
große Brustmuskel, musculus pectoralis (Taf. 13; 1_1), ist bereits bei den Brustmuskeln ıfel 7 behandelt worden, siehe deshalb S. 83.

III. Muskeln am Vorderarm.

ıskeln an der Volarfläche des Vorderarms.
Volarfläche des Vorderarms (Taf. 13;) umfaßt den Vorwärtsdreher des Vorderarms er Hand, sowie die Beugemuskeln der Hand ım Theil auch die der Finger, weshalb sie auch eugefläche des Vorderarms genannt wird.
nder Vorwärtsdreher des Vorderarms, ıusculus pronator teres (Taf. 13; 1_7, 4_3).

ım obern Theile der innern Fläche des Vorderrms, schräg von innen und oben nach außen nd unten gehend.
ze:
) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
) Ungefähr die Mitte der vordern äußern Fläche der Speiche.
ıng:
ßronirt Vorderarm und Hand, wobei die Speiche nach innen gerollt wird. Er unterstützt zugleich die Beugung des Vorderarms.

2. Beugemuskel der Speichenseite (Radialseite) der Handwurzel, oder innerer Speichenmuskel, musculus flexor carpi radialis oder radialis internus (Taf. 13; 1_8, 4_6).

Lage:
An der Ulnarseite (Elnbogenbeinseite) des runden Vorwärtsdrehers des Vorderarms von innen und oben schräg nach außen und unten gehend.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
b) Die Volarfläche der Basis des zweiten Mittelhandknochens.

Wirkung:
Beugt die Hand im Handgelenk und hilft sie proniren.

3. Langer Hohlhandmuskel, musculus palmaris longus (Taf. 13; 1_9, 4_7).

Lage:
In der Mitte der Volarfläche des Vorderarms.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
b) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel und die Aponeurose der Hohlhand (Taf. 13; 4F).

Wirkung:
Beugt die Hand.

4. Beugemuskel der Elnbogenseite (Ulnarseite) der Handwurzel oder innerer Elnbogenbeinmuskel, musculus flexor carpi ulnaris oder ulnaris internus (Taf. 13; 4_{10}).

Lage:
Am meisten nach innen an der Volarfläche des Vorderams, entlang dem Elnbogenbeine.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens, der innere Rand des Elnbogenknorrens und das obere Drittel der hintern Kante des Elnbogenbeins.
b) Das Erbsenbein.

Wirkung:
Beugt die Hand und zieht sie nach der Kleinfingerseite hin.

5. Oberflächlicher gemeinschaftlicher Beugemuskel der Finger, auch durchbohrter Beugemuskel der Finger genannt, musculus flexor digitorum communis sublimis oder perforatus (Taf. 13; 1_{10}, 2_8, 4_8, 3_6).

Lage:
In der Mitte der Volarfläche des Vorderarms unter den vorerwähnten Muskeln der Beugeseite. Das untere Ende dieses Muskels spaltet sich in vier Theile, die mit vier Sehnen unter dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel hinweggehen. In der Gegend des ersten Fingergliedes spaltet sich wiederum jede Sehne in zwei Schenkel, zwischen welchen die Sehne des tiefen gemeinschaftlichen Beugers der Finger hindurchgeht.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens, der obere Theil der innern Fläche des Elnbogenbeins und die vordere Kante des mittlern Theils der Speiche.
b) Jede Sehne mit je einem ihrer beiden Schenkel an je eine Seite der Volarfläche des Knochens des zweiten Gliedes vom zweiten bis fünften Finger.

Wirkung:
Beugt das zweite Glied des zweiten bis fünften Fingers.

6. Tiefer gemeinschaftlicher Beugemuskel der Finger, auch durchbohrender Beugemuskel der Finger genannt, musculus digitorum communis profundus oder perforans (Taf. 13; 4_{20}, 5_7).

Lage:

In der Mitte der Volarfläche des Vorderarms, unter dem oberflächlichen gemeinschaftlichen Beugemuskel der Finger, dessen Sehne er an der Spaltungsstelle am ersten Fingergliede durchbohrt (Taf. 13; 5_7).

Ansätze:

a) Die zwei obern Drittel der innern Fläche und des innern Winkels des Elnbogenbeins und das Zwischenknochenband.

b) Die Basis des Knochens des dritten Gliedes der vier letzten Finger.

Wirkung:

Beugt das dritte Glied des zweiten bis fünften Fingers.

7. Langer Daumenbeuger, musculus flexor pollicis longus (Taf. 13; 4_9, 5_8).

Lage:

An der innern Fläche der Speiche, nach außen von dem tiefen gemeinschaftlichen Beugemuskel der Finger.

Ansätze:

a) Die zwei obern Drittel der vordern Fläche der Speiche von dem Speichenhöcker an, und das Zwischenknochenband.

b) Die Basis des zweiten Gliedes des Daumens, mit seiner Sehne unter dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel hinweggehend.

Wirkung:

Beugt das zweite Glied des Daumens.

8. Viereckiger Vorwärtsdreher des Vorderarms, musculus pronator quadratus (Taf. 13; 4_{11}, 5_9).

Lage:

Am untern Ende der Volarfläche des Vorderarms, dicht über dem Handgelenk und auf dem Knochen aufliegend, quer von dem Elnbogenbein zur Speiche gehend.

Ansätze:

a) Die innere Kante des untern Endes des Elnbogenbeins.

b) Die Vorderfläche des untern Endes der Speiche.

Wirkung:

Pronirt Vorderarm und Hand.

B. Muskeln an der Rückenfläche des Vorderarms.

Die Rückenfläche des Vorderarms umfaßt die Rückwärtsdreher des Vorderarms und der Hand, sowie die Streckmuskeln der Hand und Finger, weshalb sie auch die Streckfläche des Vorderarms genannt wird.

1. Langer Rückwärtsdreher des Vorderarms, musculus supinator longus (Taf. 13; 1_6, 3_3, 4_4, 6_3).

Lage:

Am Radialrande des Vorderarms.

Ansätze:

a) Die äußere Seite des äußern Gelenkfortsatzes des Oberarms und das äußere Zwischenknochenband.

b) Der Griffelfortsatz der Speiche.

Wirkung:

Beugt den Vorderarm und supinirt ihn, d. h. dreht ihn nach rückwärts, wenn er stark pronirt, d. h. vorwärts gedreht war.

2. Kurzer Rückwärtsdreher des Vorderarms, musculus supinator brevis (Taf. 13; 4...

Lage:

Am obern äußern Ende der Speiche, hinter langen Rückwärtsdreher des Vorderarms.

Ansätze:

a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarms, das Ringband der Speiche.

b) Die innere Fläche der Speiche und Speichenhöcker.

Wirkung:

Supinirt Vorderarm und Hand, indem Speiche nach außen rollt.

3. Langer Streckmuskel der Radialseite Handwurzel, auch langer äußerer Streckmuskel genannt, musculus extensor carpi longus, oder radialis externus longus (Taf. 13...

Lage:

An der äußern Fläche der Speiche, neben vom langen Rückwärtsdreher des Vorderarms.

Ansätze:

a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarms und der äußere Winkel dieses Knochens, das äußere Zwischenknochenband.

b) Die Rückenfläche der Basis des ersten Handknochens.

Wirkung:

Streckt die Hand und abducirt sie, indem zieht sie nach der Seite des Daumens.

4. Kurzer Streckmuskel der Radialseite Handwurzel, auch kurzer äußerer Streckmuskel genannt, musculus extensor carpi brevis, oder radialis externus brevis (Taf. 13...

Lage:

Unmittelbar neben dem langen äußern Streckmuskel an dessen innerer Seite.

Ansätze:

a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarms und ein Streifen der Elnbogenfascie.

b) Die Rückenfläche der Basis des dritten Handknochens.

Wirkung:

Streckt die Hand und abducirt dieselbe.

5. Streckmuskel der Elnbogenseite der Handwurzel, auch äußerer Elnbogenmuskel, musculus extensor carpi ulnaris oder ulnaris (Taf. 13; 3_7, 6_7).

Lage:

Das Elnbogenbein entlang.

Ansätze:

a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarms und der obere Theil der Fascie des Vorderarms.

b) Der Höcker an der Basis des fünften Handknochens.

Wirkung:

Streckt die Hand und abducirt sie, d. h. nach der Kleinfingerseite.

6. Gemeinschaftlicher Fingerstrecker, musculus extensor digitorum communis (Taf. 13; ...

Lage:

In der Mitte der Rückenfläche des Vorderarms zwischen dem äußern kurzen Speichenmuskel und dem äußern Elnbogenmuskel.

Ansätze:

a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarms, ein Theil der Rückenfascie des Vorderarms.

b) Der Muskel geht nach unten in vier Sehnen über, deren eine jede sich auf der Rücken...

ersten Fingergliedes in drei Theile spaltet, von denen der mittelste sich auf der Rückenfläche der Basis des Knochens des zweiten Gliedes der vier letzten Finger ansetzt, während die beiden Seitentheile zum dritten Gliede derselben Finger gehen.

ıg:
redt den zweiten bis fünften Finger.

ener Streckmuskel des kleinen Fingers, usculus extensor digiti minimi proprius (Taf. 13; 6_6).

oischen dem äußern Elnbogenmuskel und dem meinschaftlichen Fingerstrecker.

ıe:
Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens und die äußere Kante des Elnbogenbeins. Vereinigt sich mit der vierten Sehne des gemeinschaftlichen Fingerstreckers und geht mit dieser zum fünften Fingers.

ng:
treckt den kleinen Finger.

nger Abzieher des Daumens, musculus abductor pollicis longus (Taf. 13; 6_9).

n seinem Ursprung von dem gemeinschaftlichen ngerstrecker bedeckt, läuft er an der hintern äche der Speiche zur Hand herab.

ge:
Die Rückenseite des Elnbogenbeins, das Zwischenknochenband und die hintere Fläche der Speiche in ihrem mittlern Theile.
Die Basis des Mittelhandknochens des Daumens.

ıng:
ieht den Daumen vom Zeigefinger ab und redt ihn zugleich.

ırzer Streckmuskel des Daumens, muslus extensor pollicis brevis (Taf. 13; 6_{10}).

ach innen und etwas nach unten von dem langen bzieher des Daumens.

ge:
Die äußere Kante des Elnbogenbeins und das Zwischenknochenband.
Die Rückenfläche der Basis des ersten Daumengliedes.

ıng:
treckt das erste Daumenglied.

ınger Streckmuskel des Daumengliedes, extensor pollicis longus (Taf. 13; 6_{11}).

n der innern Seite des kurzen Daumenstreckers.

ge:
) Die Rückenseite des Elnbogenbeins und das Zwischenknochenband an der obern Hälfte des Unterarms.
) Die Sehne verbindet sich mit der des kurzen Daumenstreckers und geht zum zweiten Gliede des Daumens.

ung:
Streckt das zweite Daumenglied.

Zigener Streckmuskel des Zeigefingers, sculus extensor indicis proprius (Taf. 13; 6_{12}).

:
An der innern Seite des langen Daumenstreckers.

itze:
a) Die hintere Seite des Elnbogenbeins und das Zwischenknochenband.
b) Die Sehne dieses Muskels verschmilzt in der Gegend des Rückens des zweiten Mittelhandknochens mit der zum zweiten Finger gehenden Sehne des gemeinschaftlichen Fingerstreckers und setzt sich mit dieser an den Rücken des zweiten und dritten Gliedes des Zeigefingers an.

Wirkung:
Streckt den Zeigefinger.

IV. Muskeln an der Hand.

A. Muskeln am Ballen des Daumens.

1. Kurzer Abzieher des Daumens, musculus abductor brevis pollicis (Taf. 13; 4_{13}).

Lage:
An der äußern Seite der Hohlhandfläche des Daumenballens.

Ansätze:
a) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel und der Höcker des großen vielwinkeligen Knochens.
b) Der Radialrand der Basis des ersten Daumengliedes.

Wirkung:
Zieht den Daumen vom Zeigefinger ab.

2. Kurzer Beuger des Daumens, musculus flexor pollicis brevis (Taf. 13; 4_{15}, 5_{11}).

Lage:
Bildet den innern Rand des Ballens des Daumens. Er legt sich mit seinem äußern Rande unmittelbar an den innern Rand des kurzen Abziehers des Daumens, sodaß er mit diesem scheinbar einen Muskel bildet. Auf unserer Tafel ist in Fig. 4 sowol von dem kurzen Beuger des Daumens, sowie von dem kurzen Abzieher des Daumens, da wo beide Muskeln aneinanderstoßen, ein Stück weggenommen, um den darunter liegenden Gegensteller des Daumens sichtbar zu machen.

Ansätze:
a) Entspringt mit zwei Portionen, einer oberflächlichen von dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel, und mit einer tiefern von dem kleinern vielwinkeligen Knochen und dem Kopfbein.
b) Die beiden Sesambeine und das erste Glied des Daumens.

Wirkung:
Beugt das erste Glied des Daumens.

3. Gegensteller des Daumens, musculus opponens pollicis (Taf. 13; 4_{14}, 5_{10}).

Lage:
Unter dem kurzen Abzieher und kurzen Beuger des Daumens.

Ansätze:
a) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel.
b) Der Radialrand und das Köpfchen des ersten Mittelhandknochens.

Wirkung:
Rollt den Daumen nach innen und bewirkt zugleich die Hohlmachung der Hand.

4. Zuziehmuskel des Daumens, musculus adductor pollicis (Taf. 13; 4_{16}, 5_{12}, 6_{14}).

Lage:
In der Hohlhand zwischen dem Daumen und dem Mittelhandknochen des dritten Fingers.

Ansätze:
a) Das Kopfbein und der dritte Mittelhandknochen.
b) Die Basis des ersten Gliedes des Daumens.

Wirkung:
Zieht den Daumen gegen den Zeigefinger.

B. Muskeln am Ballen des kleinen Fingers.

1. Kurzer Hohlhandmuskel, musculus palmaris brevis (Taf. 13; 4_{12}).

Lage:
Unter der Haut des Ballens des kleinen Fingers in dem daselbst befindlichen fettreichen Bindegewebe.

Ansätze:
a) Der Ulnarrand des mittlern Theils der Hohlhandaponeurose.
b) Die Haut am Ulnarrande des kleinen Fingers.

Wirkung:
Runzelt die Haut des Ballens des kleinen Fingers.

2. Abzieher des kleinen Fingers, musculus abductor digiti minimi (Taf. 13; 4_{17}, 5_{18}).

Lage:
Am Ulnarrande des fünften Mittelhandknochens.

Ansätze:
a) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel und das Erbsenbein.
b) Der Ulnarrand der Basis des ersten Gliedes des fünften Fingers.

Wirkung:
Zieht den kleinen Finger vom vierten Finger ab.

3. Kurzer Beugemuskel des kleinen Fingers, musculus fexor digiti minimi brevis (Taf. 13; 4_{16}, 5_{14}, 6_{10}).

Lage:
Am Radialrande des Abziehers des kleinen Fingers.

Ansätze:
a) Der Hakenfortsatz des Hakenbeins und das eigene Hohlhandband der Handwurzel.
b) Der Ulnarrand des ersten Gliedes des fünften Fingers.

Wirkung:
Beugt das erste Glied des kleinen Fingers.

4. Gegensteller des kleinen Fingers, musculus opponens digiti minimi.

Lage:
Ist vom kurzen Beuger des kleinen Fingers bedeckt, weshalb er auf unserer Tafel nicht sichtbar ist, doch kann man sich nach den Ansätzen leicht seine Lage vorstellen.

Ansätze:
a) Der Haken des Hakenbeins und das eigene Hohlhandband der Handwurzel.
b) Der Ulnarrand und die Vorderfläche des Köpfchens des Mittelhandknochens des kleinen Fingers.

Wirkung:
Rollt den kleinen Finger nach der Radialseite der Hand und bewirkt dadurch mit die Hohlmachung derselben.

C. Muskeln in der Mitte der Hohlhand.

1. Spul- oder Regenwurmmuskeln, musculi lumbricales (Taf. 13; 4_{10}).

Lage:
Es sind vier Stück dieser Muskeln an jeder Hand und befinden sich dieselben unter der Hohlhandfascie, je einer an der Radialseite einer der vier Sehnen des tiefen gemeinschaftlichen Fingerbeugers.

Ansätze:
a) Die Radialränder der vier Sehnen des tiefen gemeinschaftlichen Fingerbeugers.
b) Die Radialseite des ersten Gliedes des zweiten bis fünften Fingers. Die Sehne der Spulmuskeln verschmilzt dabei mit der Sehne der Zwischenknochenmuskeln und der Sehne des gemeinsamen Streckmuskels der Finger.

Wirkung:
Sie beugen das erste Glied des [illegible] fünften Fingers.

2. Innere Zwischenknochenmuskeln, [illegible] interossei interni oder volares (Taf. 13; [illegible]).

Lage:
Es gibt drei innere Zwischenknochenmuskeln, [illegible] unter den Spulmuskeln in der Hohlhand [illegible] den Mittelhandknochen des zweiten bis [illegible] Fingers liegen.

Ansätze:
Der erste innere Zwischenknochenmuskel [illegible] entspringt an der Ulnarseite des zweiten Mittelhandknochens und geht an den Ulnarrand der Basis des ersten Gliedes des zweiten Fingers.
Der zweite innere Zwischenknochenmuskel entspringt am Radialrande des [illegible] Mittelhandknochens und geht an die Radialseite der Basis des ersten Gliedes des vierten Fingers.
Der dritte innere Zwischenknochenmuskel entspringt am Radialrande des [illegible] Mittelhandknochens und geht an die Radialseite des ersten Gliedes des fünften Fingers.

Wirkung:
Sie ziehen den zweiten, vierten und fünften Finger zum Mittelfinger hin.

D. Muskeln auf dem Rücken der Hand.

Aeußere Zwischenknochenmuskeln, musculi interossei externi oder dorsales (Taf. 13; [illegible]).

Lage:
Es gibt vier äußere Zwischenknochenmuskeln, die auf dem Rücken der Hand in den Zwischenräumen zwischen dem ersten bis fünften Mittelhandknochen liegen. Sie ragen in die Hohlhand hinein und erscheinen daselbst neben den innern Zwischenknochenmuskeln, je nach ihren Ansätzen am äußern oder innern Rande derselben.

Ansätze:
a) Sie entspringen mit je zwei Köpfen von einander zugekehrten Seiten zweier Mittelhandknochen.
b) Sie setzten sich mit ihrer Sehne an die Basis des ersten Fingergliedes, und zwar:
der erste äußere Zwischenknochenmuskel an die Radialseite des [illegible] ersten Gliedes des zweiten Fingers,
der zweite äußere Zwischenknochenmuskel an die Radialseite des [illegible] dritten Fingers,
der dritte äußere Zwischenknochenmuskel an die Ulnarseite des [illegible] ersten Gliedes des dritten Fingers,
der vierte äußere Zwischenknochenmuskel an die Ulnarseite des [illegible] ersten Gliedes des vierten Fingers.

Wirkung:
Wirken sämmtliche äußere Zwischenknochenmuskeln zu gleicher Zeit, so wird der Mittelfinger gestellt, während der zweite und vierte von demselben abgezogen wird. Wirken der [illegible] und dritte äußere Zwischenknochenmuskel, so wird der Mittelfinger nach der [illegible] Seite zu gezogen. Die Wirkung der andern äußern Zwischenknochenmuskeln ist dieselbe.

Die Muskeln des Ober- und Unterarms [illegible] von einer sehnigen Haut umschlossen, der [illegible] fascie, fascia-brachialis, und der Unterarm-

ıtibrachii. Am Oberarm dringt dieselbe sowol Außen- wie Innenseite zwischen den Muskeln d bildet, indem sie zum äußern und innern des Oberarmbeins geht, eine Scheidewand den Beuge- und Streckmuskeln des ns, das äußere Zwischenmuskelband, tum intermusculare externum und das innere enmuskelband, ligamentum intermusculare ı.

Blutgefäße der obern Extremität.

I. Pulsadern.

lchselpulsader, arteria axillaris, welche wir über bei Tafel 6 und 7 zu betrachten Gelegen- gabt haben, und von welcher die auf dieser chtbaren Pulsadern:

Unterschulterblattpulsader, arteria sub- ris (Taf. 13; 3a), aus welcher die umge- Schulterblattpulsader, arteria circum- apulae (Taf. 13; 3a'), hervorgeht, und ie hintere Kranzpulsader des Arms, circumflexa humeri posterior (Taf. 13; 3b), veigen, setzt sich fort in die pulsader, arteria brachialis (Taf. 13; 4a, 5a). Dieselbe verläuft in der Mitte der fläche des Oberarms herab, und gelangt über ıbogenbug, indem sie sich nach oben und vendet, zum Vorderarm, wo sie sich in zwei die Speichen- und Elnbogenpulsader In ihrem Verlauf gibt sie folgende Aeste ab:

e tiefe Armpulsader, arteria profunda (Taf. 13; 1b, 2c);

Speichennebenpulsader, arteria colla- adialis (Taf. 13; 6b);

e obere Elnbogennebenpulsader, ar- llateralis ulnaris superior (Taf. 13; 1c, 2d, 3c);

e untere Elnbogennebenpulsader, ar- llateralis ulnaris inferior (Taf. 13; 2e, 6a);

e mittlere Nebenpulsader, arteria colla- media (Taf. 13; 6c);

uskelzweige, rami musculares (Taf. 13; 2b).

Pulsadern des Vorderarms.

ie Speichenpulsader, arteria radialis (Taf. 13; 4b, 5b), ist der äußere und schwächere Endast npulsader. Sie läuft an der innern Fläche eiche herab, wo sie sich um den Radialrand ıdwurzel auf den Rücken derselben schlägt und r zwischen dem ersten und zweiten Mittelhand- hindurch in die Hohlhand gelangt. Sie gibt Zweige ab:

e rücklaufende Speichenpulsader, arteria ıs radialis (Taf. 13; 1e, 2g);

en Hohlhandzweig der Speichenpuls- ramus volaris arteriae radialis (Taf. 13; 4c, 5c), in den obern Hohlhandbogen eintritt;

en Rückenzweig der Speichenpulsader, dorsalis arteriae radialis (Taf. 13; 5d, 6f), lcher wiederum entspringt:

der Rückenast der Handwurzel, ramus carpeus dorsalis (Taf. 13; 6g);

der Rückenast der Mittelhand, ramus metacarpeus dorsalis (Taf. 13; 6h);

die Ulnarrandpulsader des Daumens, arteria ulnaris pollicis (Taf. 13; 6i);

die große Daumenpulsader, arteria princeps oder magna pollicis (Taf. 13; 6k);

der Endast der Speichenpulsader, welcher sich zwischen dem ersten und zweiten Mittelhandknochen in die Hohlhand schlägt und daselbst dicht auf der Volarfläche der Basis der Mittelhandknochen den tiefen Hohlhandbogen, arcus volaris profundus, bildet.

B. Die Elnbogenpulsader, arteria ulnaris oder cubitalis (Taf. 13; 1f, 2h, 4o, 5e), ist der innere stärkere Ast der Armpulsader. Sie geht an der innern vordern Fläche des Elnbogenbeins herab und gelangt in die Hohlhand, wo sie unmittelbar unter der Hohlhandaponeurose liegt und den oberflächlichen Hohlhandbogen, arcus volaris sublimis (Taf. 13; 4d, 5g), bildet. Sie gibt folgende Zweige ab:

1. die rücklaufende Elnbogenpulsader, arteria recurrens ulnaris (Taf. 13; 6e);

2. die gemeinschaftliche Zwischenknochenpulsader, arteria interossea communis (Taf. 13; 1g, 2i, 5f), welche aus der Rückenwand der Elnbogenpulsader, nahe an deren Ursprungsstelle, unter der rücklaufenden Elnbogenpulsader entspringt; sie theilt sich alsbald in zwei Zweige:

a) die äußere Zwischenknochenpulsader, auch die obere oder durchbohrende Zwischenknochenpulsader genannt, arteria interossea externa, oder superior, auch perforans (Taf. 13; 1h, 2k, 6d), welche zwischen Speiche und Elnbogenbein hindurchgeht und auf die Rückenseite des Arms gelangt, wo sie nach Abgabe der rücklaufenden Zwischenknochenpulsader, arteria recurrens interossea (Taf. 13; 3d), nach abwärts bis zur Handwurzel läuft, wo sie in den von dem Rückenast der Speichenpulsader gebildeten Rückenhandwurzelbogen, arcus carpi dorsalis oder rete carpeum dorsale (Taf. 13; 6g u. 6h), eintritt;

b) die innere Zwischenknochenpulsader, arteria interossea interna (Taf. 13; 1i, 2e), welche die Fortsetzung des Stammes ist, auf der Volarfläche des Zwischenknochenbandes nach abwärts läuft und, dasselbe in dessen untern Theile durchbohrend, gleichfalls in den Rückenhandwurzelbogen einmündet;

3. den Hohlhandast der Elnbogenpulsader, ramus volaris arteriae ulnaris, derselbe theilt sich in einen:

a) oberflächlichen Ast, ramus volaris sublimis oder superficialis (Taf. 13; 5g), welcher den oberflächlichen Hohlhandbogen, arcus volaris sublimis (Taf. 13; 4d') bildet, zu welchem auch der oberflächliche Hohlhandast der Speichenpulsader, ramus volaris arteriae radialis superficialis (Taf. 13; 5c), hinzutritt, in einen

b) tiefen Ast, ramus volaris profundus (Taf. 13; 4), welcher zum tiefen Hohlhandbogen tritt und diesen mit dem tiefen Hohlhandast der Speichenpulsader bildet, und in den

c) Hohlhandast der Ulnarseite des kleinen Fingers, arteria volaris ulnaris digiti minimi (Taf. 13; 5i).

Aus dem oberflächlichen Hohlhandbogen, arcus volaris sublimis (Taf. 13; 4d'), entspringen die gemeinschaftlichen Hohlhandpulsadern der Finger, arteriae digitales communes volares (Taf. 13; 4e). Es sind deren drei Stück, welche zwischen den Sehnen der gemeinschaftlichen Fingerbeuger liegen und bis zum Köpfchen der Mittelhandknochen laufen, wo sich jede gabelförmig in die Hohlhandfingerpulsadern, arteriae digitales volares, spaltet, von welchen die eine am innern, die andere am äußern

Rande zweier nebeneinander liegender Finger bis zur Spitze sich verbreitet.

Aus dem tiefen Hohlhandbogen, arcus volaris profundus, gehen endlich die Hohlhandzwischenknochenpulsadern, arteriae interosseae volares (Taf. 13; 5k), welche die innern Zwischenknochenmuskeln versorgen, hervor.

II. Blutadern.

Die Schlüsselbeinblutader, vena subclavia, welche wir bereits bei Tafel 6 und 7 betrachtet haben, setzt sich zusammen aus:

1. der Achselblutader, vena axillaris, welche in der Achselhöhle neben der Achselpulsader liegt, und aus dem Zusammenfluß der beiden die Armpulsader begleitenden Armblutadern, venae brachiales (Taf. 13; 1m), sowie der übrigen tiefern und oberflächlichen Oberarmblutadern entsteht, und

2. der Speichenhautblutader, vena cephalica oder cutanea radialis (Taf. 13; 1k), welche am Daumen entsteht, am äußern Rande des Vorderarms und an der Volarfläche desselben, sowie am äußern Rande des zweiköpfigen Armmuskels unmittelbar unter der Haut nach aufwärts geht und sich dann zwischen dem Deltamuskel und großen Brustmuskel unter dem Schlüsselbein weg zur Schlüsselbeinblutader begibt, an der Stelle, wo dieselbe aus der Achselblutader hervorgeht.

Noch ist zu nennen die Elnbogenhautblutader, vena basilica, welche am innern Rande an der Volarfläche des Vorderarms nach aufwärts läuft und sich in die innere Armblutader (Taf. 13; 1m′) ergießt.

Ferner die Mittelarmblutader, vena mediana (Taf. 13; 1e, 3f), ein kurzer Verbindungsast, welcher unter der Haut des Elnbogenbuges die Speichenhautvene mit der Elnbogenhautvene in Verbindung setzt.

Wie die Oberarmpulsader werden auch die Pulsadern des Vorderarms von zwei Blutadern begleitet, welche im Gegensatz zu den Hautvenen die tiefen Blutadern des Vorderarms, venae profundae antibrachii (Taf. 13; 1n, 4g, 5e), heißen.

Besonders zu erwähnen sind noch die beiden die Speichenpulsader begleitenden Speichenblutadern, venae radiales (Taf. 13; 1o), sowie die beiden in gleicher Weise mit der Elnbogenpulsader verlaufenden Elnbogenblutadern, venae ulnares (Taf. 13; 1p).

Nerven der obern Extremität.

Die Nerven der obern Extremität gehen aus dem Armgeflecht, plexus brachialis, das wir schon bei Tafel 6 und 7 betrachtet haben, hervor. Von denselben sind auf unserer Tafel dargestellt:

1. der äußere Hautnerv des Arms, nervus cutaneus externus brachii, auch Muskel-Hautnerv, nervus musculo-cutaneus oder perforans Casseri (Taf. 13; 1γ, 5α) genannt, welcher die Muskeln an der Volarseite des Oberarms und die Haut an der Radialfläche des Vorderarms versorgt;

2. der mittlere Hautnerv des Arms, nervus cutaneus medius brachii oder cutaneus internus major (Taf. 13; 2δ). Derselbe durchbohrt die Oberarmfascie in der Mitte des Oberarms, worauf er in zwei Aeste getheilt die Haut der Volarfläche und des Ulnarrandes des Vorderarms versorgt;

3. der Speichennerv, nervus radialis (Taf. 13; 2ζ, 5ζ). Es ist der stärkste der Armnerven und verläuft anfangs mit der tiefen Armpulsader, geht dann an der vordern innern Seite des äußern Gelenkfortsatzes des Oberarms zum Vorderarm, wo er sich entlang der Speiche zur Rückenfläche des Vorderarms und der Hand wendet. Er gibt ab:

a) den äußern Hautnerv des Vorderarms, nervus cutaneus antibrachii externus (Taf. 13; 2ε);

b) den tiefen Ast, ramus profundus nervi radialis, auch äußerer Zwischenknochennerv, nervus interosseus externus, genannt (Taf. 13; 2ξ);

c) den oberflächlichen Ast, ramus superficialis nervi radialis (Taf. 13; 2ξ″, 4α, 5ξ′), welcher sich wiederum in zwei Zweige theilt, und zwar in den:

α) vordern Ast, ramus anterior oder marginalis (Taf. 13; 4β, 5ξ″), welcher die Haut des Daumenballens versorgt und den Rückennerv der Radialseite des Daumens, nervus dorsalis radialis pollicis, abgibt; und in den

β) hintern oder Rückenast der Hand, ramus posterior oder dorsalis manus (Taf. 13; 4γ, 5ξ‴), welcher auf dem Rücken den Ulnarrand des Daumens versieht und dem Zeigefinger für seine beiden, dem Mittelfinger aber nur für seinen Radialrand einen Ast gibt.

4. Der Elnbogennerv, nervus ulnaris oder cubitalis (Taf. 13; 2β). Derselbe läuft am Oberarm dicht unter der Fascie mit der Oberarmpulsader, wendet sich dann nach hinten und läuft in der Rinne des innern Gelenkfortsatzes des Oberarmknochens zum Vorderarm, an dessen innerer Fläche er mit der Elnbogenpulsader verläuft. Sein Hauptast ist der

Hohlhand-Elnbogennerv, ramus volaris nervi ulnaris (Taf. 13; 5c), welcher über dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel in die Hohlhand gelangt und sich da in den

α) oberflächlichen Ast, ramus sublimis oder superficialis (Taf. 13; $5_2'$), und in den

β) tiefen Ast, ramus profundus (Taf. 13; 5c′) theilt.

5. Der Mittelarmnerv, nervus medianus (Taf. 13; 2α, 5β). Derselbe steigt gleichfalls neben der Armpulsader am Oberarme herab, tritt mit dieser durch den Elnbogenbug und läuft dann in der Mitte der Volarfläche des Vorderarms unter dem eigenen Hohlhandbande hinweg zur Hohlhand. Er gibt ab:

a) Muskelzweige, rami musculares (Taf. 13; 5β′), zu sämmtlichen Muskeln der Beugeseite des Unterarms mit Ausnahme des innern Elnbogenmuskels, ferner:

b) den innern Zwischenknochennerv, nervus interosseus internus (Taf. 13; 5γ), und

c) die Hohlhandnerven der Finger, nervi digitorum volares (Taf. 13; 5δ), von denen der erste die Ballenmuskeln des Daumens und die Haut am Radialrande desselben versorgt, während die drei folgenden die ersten drei Spulmuskeln und je zwei einander zugewendete Seiten der ersten vier Finger versehen.

Knochen und Bänder.

Die Erklärung der Knochen (Taf. 13; 1A bis 1F, 2A bis 2F, 3A bis 3H, 4A bis 4D, 5A bis 5H und 6A bis 6J), sowie der Bänder (Taf. 13; 1G bis 1J, 2G bis 2K, 3J bis 3L, 4G bis 4J, 5J und 6K bis 6M) dieser Tafel siehe Text zu Tafel 4 u. 5, S. 46 fg. und 60 fg.

Tafel 14.

Die untere Extremität zerfällt in die Hüfte, welche bereits auf den Tafeln 10, 11 und 12 dargestellt worden ist, sowie in den Oberschenkel, Unterschenkel

n Fuß, welche auf dieser sowie der folgenden ur Anschauung gelangt sind.

1. Der linke Oberschenkel von vorn hen, nach Entfernung der Haut und der Fascie.

atella, Kniescheibe.
ondylus internus femoris, innerer Gelenkknorren des Oberschenkelknochens.
ondylus externus femoris, äußerer Gelenkknorren des Oberschenkelknochens.
ondylus externus tibiae, äußerer Gelenkknorren des Schienbeins.
uberositas tibiae, Schienbeinhöcker.
igamentum patellae, Kniescheibenband.
asciae latae femoris pars, Theil der breiten Schenkelbinde.
ascia cruralis, Unterschenkelfascie.
usculus sartorius, Schneidermuskel.
usculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
usculus vastus internus, innerer großer Oberschenkelmuskel.
usculus vastus externus, äußerer großer Oberschenkelmuskel.
usculus pectineus, Kammmuskel.
usculus adductor longus femoris, langer Zieher des Beins.
usculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
na saphena magna, große oder innere Rosenader.
na subcutanea femoris, Unterhautblutader des Oberschenkels.

. Der rechte Oberschenkel von vorn hen, nach Entfernung der obersten Muskelschicht.

tella, Kniescheibe.
ondylus internus femoris, innerer Gelenkknorren des Oberschenkelknochens.
ndylus externus femoris, äußerer Gelenkknorren des Oberschenkelknorrens.
ndylus externus tibiae, äußerer Gelenkknorren des Schienbeins.
berositas tibiae, Schienbeinhöcker.
amentum patellae, Kniescheibenband.
sciae latae femoris pars, Theil der breiten Schenkelbinde.
scia cruralis, Unterschenkelfascie.
sculus sartorius, Schneidermuskel.
sculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
sculus vastus internus, innerer großer Oberschenkelmuskel.
sculus vastus externus, äußerer großer Oberschenkelmuskel.
sculus cruralis, Schenkelbeinmuskel.
sculus psoas major und iliacus internus, großer Lendenmuskel und innerer Hüftbeinmuskel.
sculus pectineus, Kammmuskel.
sculus adductor magnus femoris, großer Zieher des Oberschenkels.
sculus adductor magnus femoris, großer Zieher des Oberschenkelmuskels.
sculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
eria cruralis, Schenkelpulsader.
eria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
ni musculares arteriae cruralis et profundae femoris, Muskelzweige der Schenkelpulsader der tiefen Schenkelpulsader.

d. Arteria articularis genu superior externa, obere äußere Kniegelenkpulsader.
e. Vena saphena magna, große oder innere Rosenader.
f. Vena subcutanea femoris, Unterhautblutader des Oberschenkels.
α. Nervus cutaneus femoris internus, innerer Hautnerv des Oberschenkels.
β. Nervus cutaneus femoris anterior medius, vorderer mittlerer Hautnerv des Oberschenkels.
γ. Nervus saphenus major, großer Rosennerv.
γ′ Ramus minor nervi sapheni majoris, kleiner Zweig des großen Rosennerven.
δ. Rami musculares nervi cruralis, Muskelzweige des Schenkelnerven.
ε. Ramus musculocutaneus nervi cruralis, Muskelhautast des Schenkelnerven.

Figur 3. Linker Unterschenkel von vorn gesehen, nach Entfernung der Haut und der Fascie.

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Fibula, Wadenbein.
D. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Os metatarsi hallucis, Mittelfußknochen der großen Zehe.
F. Phalanges digitorum pedis, Zehenknochen.
G. Ligamentum annulare anterius oder cruciatum anterius, vorderes Ring- oder Kreuzband.
1. Musculus tibialis anticus, vorderer Schienbeinmuskel.
2. Musculus extensor digitorum communis longus, langer gemeinschaftlicher Zehenstrecker.
3. Musculus peroneus tertius, dritter Wadenbeinmuskel.
4. Musculus extensor digitorum communis brevis, kurzer gemeinschaftlicher Zehenstrecker.
5. Musculus extensor hallucis longus, langer Strecker der großen Zehe.
6. Musculus extensor hallucis brevis, kurzer Strecker der großen Zehe.
7. Musculus peroneus longus, langer Wadenbeinmuskel.
8. Musculus peroneus brevis, kurzer Wadenbeinmuskel.
9. Musculus gastrocnemius, zweiköpfiger Wadenmuskel.
10. Musculus soleus, Schollenmuskel.
11. Musculus abductor hallucis, Abzieher der großen Zehe.
12. Musculi interossei dorsalis pedis, Zwischenknochenmuskeln des Fußrückens.
a. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
b. Arteria dorsalis pedis, Pulsader des Fußrückens.
c. Venae profundae cruris, tiefe Unterschenkelblutadern.

Figur 4. Rechter Unterschenkel von vorn gesehen, nach Entfernung der obersten Muskelschicht.

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Fibula, Wadenbein.
D. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Os metatarsi hallucis, Mittelfußknochen der großen Zehe.
F. Phalanges digitorum pedis, Knochen der Zehenglieder.

G. Ligamentum cruciatum anterius, vorderes Kreuzband.
1. Tendo musculi tibialis antici, Sehne des vordern Schienbeinmuskels.
2. Musculus extensor digitorum pedis communis longus, langer gemeinschaftlicher Streckmuskel der Zehen.
3. Musculus extensor digitorum pedis communis brevis, kurzer gemeinschaftlicher Streckmuskel der Zehen.
4. Musculus extensor hallucis longus, langer Strecker der großen Zehe.
5. Musculus extensor hallucis brevis, kurzer Strecker der großen Zehe.
6. Musculus peroneus longus, langer Wadenbeinmuskel.
7. Musculus peroneus brevis, kurzer Wadenbeinmuskel.
8. Musculus gastrocnemius, zweiköpfiger Wadenmuskel.
9. Musculus soleus, Schollenmuskel.
10. Musculus abductor hallucis, Abzieher der großen Zehe.
11. Musculi interossei dorsalis pedis, Zwischenknochenmuskeln des Fußrückens.
12. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher der fünften Zehe.
α. Nervus saphenus major, großer Rosennerv.
β. Nervus peroneus superficialis, oberflächlicher Wadenbeinnerv.
γ. Ramus cutaneus anterior nervi peronei superficialis, vorderer Hautast des oberflächlichen Wadenbeinnerven.
δ. Nervus cutaneus dorsi pedis internus, innerer Hautnerv des Fußrückens.
ε. Nervus cutaneus dorsi pedis medius, mittlerer Hautnerv des Fußrückens.
ζ. Ramus nervi sacralis, Ast des Wadennerven.
η. Nervi digitales dorsales pedis, Zehennerven des Fußrückens.
ϑ. Nervus peroneus profundus, tiefer Wadenbeinnerv.
ϑ′ Ramus internus nervi peronei profundi, innerer Ast der tiefen Wadenbeinnerven.
ϑ″ Ramus externus nervi peronei profundi, äußerer Ast des tiefen Wadenbeinnerven.

Die Erklärung dieser Tafel verbinden wir mit der der folgenden, da die Theile beider ineinander übergehen und zusammen ein Ganzes bilden, zu dem auch die auf den Tafeln 10, 11 und 12 dargestellte Hüfte gehört, weshalb wir diese gleichzeitig bei der Betrachtung der untern Extremität mit behandeln, siehe deshalb den Text zu Tafel 15, S. 124 fg.

Tafel 15.

Figur 1. Der rechte Oberschenkel von vorn gesehen, die Arterien und tiefste Muskelschicht zeigend.

A. Femur, Oberschenkelknochen.
B. Condylus femoris internus, innerer Gelenkknorren des Oberschenkelknochens.
C. Condylus femoris externus, äußerer Gelenkknorren des Oberschenkelknochens.
D. Patella, Kniescheibe.
E. Tibia, Schienbein.
F. Fibula, Wadenbein.
G. Ligamentum patellae medium, mittleres Kniescheibenband.
H. Ligamentum patellae internum, inneres Kniescheibenband.
J. Ligamentum genu laterale internum, inneres Seitenband des Kniegelenks.
K. Ligamentum genu laterale externum anterius, vorderes äußeres Seitenband des Kniegelenks.
K′ Ligamentum genu laterale externum posterius, hinteres äußeres Seitenband des Kniegelenks.
L. Capsula synovialis articuli genu, Synovialkapsel des Kniegelenks.
1. Musculus biceps femoris, zweiköpfiger Oberschenkelmuskel.
2. Musculus semimembranosus, halbhäutiger Muskel.
3. Musculus adductor magnus femoris, großer Zieher des Oberschenkels.
4. Insertio musculi pectinei, Ansatz des Kammmuskels.
a. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
b. Arteria profunda femoris, tiefe Oberschenkelpulsader.
c. Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, absteigender Ast der äußern Kreuzpulsader des Oberschenkels.
d. Arteria perforans prima, erste durchbohrende Pulsader.
e. Arteria perforans secunda, zweite durchbohrende Pulsader.
f. Arteria perforans tertia, dritte durchbohrende Pulsader.
g. Arteria nutritia femoris magna, große Nährpulsader des Oberschenkels.
h. Rami musculares arteriae cruralis, Muskeläste der Schenkelpulsader.
i. Arteria articularis genu superficialis, oberflächliche Kniegelenkpulsader.
k. Arteria poplitea, Kniekehlenpulsader.
l. Rami musculares arteriae popliteae, Muskeläste der Kniekehlenpulsader.
m. Arteria articularis genu superior externa, äußere obere Kniegelenkpulsader.
n. Arteria articularis genu superior interna, innere obere Kniegelenkpulsader.
o. Arteria articularis genu media, mittlere Kniegelenkpulsader.
p. Arteriae sacrales, Wadenpulsadern.
q. Arteria articularis genu inferior externa, äußere untere Kniegelenkpulsader.
r. Arteria articularis genu inferior interna, innere untere Kniegelenkpulsader.
s. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
t. Arteria recurrens tibiae, rücklaufende Schienbeinpulsader.
u. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.

Figur 2. Linker Oberschenkel von hinten gesehen, nach Entfernung der Haut und der obersten Muskelschicht.

A. Tibia, Schienbein.
1. Insertio musculi glutaei maximi, Ansatz des großen Gesäßmuskels.
2. Musculus vastus externus, äußerer großer Oberschenkelmuskel.
3. Musculus biceps femoris, zweiköpfiger Oberschenkelmuskel.
3′ Musculi bicipitis femoris caput longum, langer Kopf des zweiköpfigen Oberschenkelmuskels.
3″ Musculi bicipitis femoris caput breve, kurzer Kopf des zweiköpfigen Oberschenkelmuskels.
4. Musculus adductor femoris magnus, großer Zieher des Oberschenkels.
5. Musculi semitendinosi pars inferior, unterer Theil des halbfaserigen Muskels.

6. Musculus semimembranosus, halbhäutiger Muskel.
7. Musculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
8. Capita musculi gastrocnemii, Köpfe des zweiköpfigen Wadenmuskels.
9. Musculi plantaris pars suprema, oberster Theil des langen Sohlenmuskels.
10. Musculus popliteus, Kniekehlenmuskel.
11. Musculus soleus, Schollenmuskel.
a. Arteria perforans prima, erste durchbohrende Pulsader.
b. Arteria perforans secunda, zweite durchbohrende Pulsader.
c. Arteria perforans tertia, dritte durchbohrende Pulsader.
d. Arteria nutritia femoris magna, große Nährpulsader des Oberschenkels.
e. Arteria poplitea, Kniekehlenpulsader.
f. Arteria articularis genu superior externa, obere äußere Kniegelenkpulsader.
g. Arteria articularis genu superior interna, obere innere Kniegelenkpulsader.
h. Arteria articularis genu inferior externa, untere äußere Kniegelenkpulsader.
i. Arteria articularis genu inferior interna, untere innere Kniegelenkpulsader.
k. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
l. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.
m. Arteria peronea communis, gemeinschaftliche Wadenbeinpulsader.
α. Nervus ischiadicus, Hüftnerv.
β. Rami musculares nervi ischiadici, Muskeläste der Hüftnerven.
γ. Ramus ad nervum cutaneum femoris posteriorem, Zweig zum hintern Hautnerven des Oberschenkels.
δ. Nervus peroneus, Wadenbeinnerv.
ε. Nervus cutaneus cruris posterior externus, hinterer äußerer Hautnerv des Unterschenkels.
ζ. Nervus cutaneus cruris posterior medius, hinterer mittlerer Hautnerv des Unterschenkels.
η. Nervus tibialis, Schienbeinnerv.
ϑ. Nervus suralis, Wadennerv.

Figur 3. **Rechter Unterschenkel von vorn gesehen, nach Entfernung sämmtlicher vordern Muskeln.**

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Fibula, Wadenbein.
D. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
F. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
G. Phalanx prima digitorum pedis, erstes Glied der Zehenknochen.
H. Phalanx secunda digitorum pedis, zweites Glied der Zehenknochen.
J. Phalanx tertia digitorum pedis, drittes Glied der Zehenknochen.
K. Ligamentum annulare anterius, vorderes Ringband.
L. Ligamentum interosseum cruris, Zwischenknochenband des Unterschenkels.
M. Ligamentum tibia-fibulare anticum, vorderes Schienbein-Wadenbeinband.
N. Ligamenta tarsi et metatarsi, Bänder der Fußwurzel- und Mittelfußknochen.
O. Ligamenta lateralia digitorum pedis, Seitenbänder der Zehenknochen.
O′ Ligamenta capsularia digitorum pedis, Kapselbänder der Zehenknochen.
1. Musculi peronei, Wadenbeinmuskeln.
2. Musculi interossei dorsales pedis, Zwischenknochenmuskeln des Fußrückens.
a. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
b. Arteria dorsalis pedis, Pulsader des Fußrückens.
c. Arteria recurrens tibiae, rücklaufende Schienbeinpulsader.
d. Arteria malleolaris anterior externa, vordere äußere Knöchelpulsader.
e. Arteria malleolaris anterior interna, vordere innere Knöchelpulsader.
f. Arteria tarsea externa, äußere Fußwurzelpulsader.
g. Arteria tarsea interna, innere Fußwurzelpulsader.
h. Arteria metatarsea externa, äußere Mittelfußpulsader.
h′ Arteria metatarsea interna, innere Mittelfußpulsader.
i. Arcus dorsalis pedis, Fußrückenbogen.
k. Arteriae interosseae dorsalis pedis, Zwischenknochenpulsadern des Fußrückens.
k′ Arteria interossea dorsalis pedis prima, erste Zwischenknochenpulsader des Fußrückens.
k″ Arteria interossea dorsalis pedis prima ramus profundus, tiefer Zweig der ersten Zwischenknochenpulsader des Fußrückens.
l. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.
m. Arteria peronea communis, gemeinschaftliche Wadenbeinpulsader.
m′ Arteria peronea anterior, vordere Wadenpulsader.
m″ Arteria peronea posterior, hintere Wadenbeinpulsader.
n. Arteria malleolaris posterior interna, hintere innere Knöchelpulsader.
o. Arteria malleolaris posterior externa, hintere äußere Knöchelpulsader.
p. Arteria plantaris pedis interna, innere Fußsohlenpulsader.
q. Arteria plantaris pedis externa, äußere Fußsohlenpulsader.
r. Arteriae sacrales ex arteria poplitea, Wadenpulsadern aus der Kniekehlenpulsader.

Figur 4. **Der linke Unterschenkel von hinten gesehen, nach Entfernung der Haut und der obersten Muskelschicht.**

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Ligamentum annulare internum oder laciniatum, inneres Ringband.
1. Tendo Achillis, Achillessehne.
2. Musculus popliteus, Kniekehlenmuskel.
3. Musculus peroneus longus, langer Wadenbeinmuskel.
4. Musculus peroneus brevis, kurzer Wadenbeinmuskel.
5. Musculus flexor longus hallucis, langer Beuger der großen Zehe.
6. Musculus tibialis posticus, hinterer Schienbeinmuskel.
7. Musculus flexor communis longus digitorum pedis, gemeinschaftlicher langer Beuger der Zehe.
a. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.
b. Arteria articularis genu inferior externa, untere äußere Kniegelenkpulsader.
c. Arteria articularis genu inferior interna, untere innere Kniegelenkpulsader.
d. Arteria nutritia tibiae superior, obere Nährpulsader des Schienbeins.

c. Arteria malleolaris posterior interna, hintere innere Knöchelpulsader.
c′ Arteria malleolaris posterior externa, hintere äußere Knöchelpulsader.
f. Rami calcanei interni arteriae tibialis posticae, innere Fersenbeinäste der hintern Schienbeinpulsader.
g. Arteria peronea communis, gemeinschaftliche Wadenbeinpulsader.
h. Arteria peronea postica, hintere Wadenbeinpulsader.
α. Nervus tibialis, Schienbeinnerv.
β. Nervus cutaneus posterior externus cruris, hinterer äußerer Hautnerv des Unterschenkels.

Figur 5. Die Fußsohle nach Entfernung der Haut und des kurzen Zehenbeugers.

A. Calcaneus, Fersenbein.
B. Os metatarsi primum oder hallucis, erster Mittelfußknochen.
C. Phalanx prima digitorum pedis, erstes Glied der Zehenknochen.
D. Phalanx secunda digitorum pedis, zweites Glied der Zehenknochen.
E. Phalanx tertia digitorum pedis, drittes Glied der Zehenknochen.
F. Vaginae tendinum musculorum flexorum, Sehnenscheiden der Beugemuskeln.
F′ Vaginae tendinum appertae, geöffnete Sehnenscheiden.
1. Flexor digitorum communis brevis insertio, Ansatz des gemeinschaftlichen kurzen Zehenbeugers.
1′ Flexor digitorum communis brevis tendines, Sehne des gemeinschaftlichen kurzen Zehenbeugers.
2. Musculus abductor hallucis, Abzieher der großen Zehe.
3. Musculus flexor hallucis brevis, kurzer Beuger der großen Zehe.
4. Musculus flexor hallucis longus, tendo, Sehne des langen Beugers der großen Zehe.
5. Musculus flexor digitorum communis longus, tendo, Sehne des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers.
6. Musculi lumbricales pedis, Spulwurmmuskeln des Fußes.
7. Musculus quadratus plantae pedis, viereckiger Fußsohlenmuskel.
8. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher der kleinen Zehe.
9. Musculus flexor brevis digiti minimi, kurzer Beuger der kleinen Zehe.
10. Musculus interosseus internus tertius, dritter innerer Zwischenknochenmuskel.
11. Musculus interosseus externus quartus, vierter äußerer Zwischenknochenmuskel.
a. Arteria plantaris externa, äußere Fußsohlenpulsader.
b. Rami musculares arteriae plantaris externae, Muskelzweige der äußern Fußsohlenpulsader.
c. Ramus superficialis arteriae plantaris externae, oberflächlicher Zweig der äußern Fußsohlenpulsader.
d. Ramus profundus arteriae plantaris externae, tiefer Zweig der äußern Fußsohlenpulsader.
e. Arteriae digitales plantares communes, gemeinschaftliche Fußsohlenpulsadern der Zehen.
e′ Arteriae digitales plantares internae et externae, innere und äußere Fußsohlenpulsadern der Zehen.
f. Arteria plantaris interna, innere Fußsohlenader.
g. Arteria plantaris hallucis interna, innere Fußsohlenpulsader der großen Zehe.
α. Nervus plantaris externus, äußerer Fußsohlennerv.
β. Ramus superficialis nervi plantaris externi, oberflächlicher Zweig der äußern Fußsohlennerven.
γ. Ramus externus nervi plantaris externi, äußerer Zweig des äußern Fußsohlennerven.
δ. Ramus internus nervi plantaris externi, innerer Zweig des äußern Fußsohlennerven.
ε. Nervus plantaris internus, innerer Fußsohlennerv.

Muskeln der untern Extremität.

I. Muskeln der Hüfte.

A. Muskeln an der vordern Fläche des Hüftgelenkes.

1. Innerer Hüftbeinmuskel, musculus iliacus internus (Taf. 10; 2_{11}. Taf. 11; 1_{11}, 2_7. Taf. 12; 1_1).

Lage:
Auf der innern Fläche des Darmbeins.

Ansätze:
a) Der innere Rand des Darmbeinkammes, die innere Fläche des Darmbeins, sowie das Darmbeinlendenband.
b) Vereint mit dem großen Lendenmuskel gelangt der innere Hüftbeinmuskel (Taf. 14; 2_4) zum kleinen Rollhügel des Oberschenkelknochens.

Wirkung:
Beugt den Oberschenkel, wenn das Becken festgestellt ist, dreht dagegen, wenn die Beine fixirt sind, den Rumpf auf den Schenkelköpfen nach vorn.

2. Großer Lendenmuskel, musculus psoas major (Taf. 10; 2_{12}. Taf. 11; 1_{12}, 2_6. Taf. 12; 1_1).

Lage:
An der vordern Fläche der hintern Wand der Bauchhöhle, zu beiden Seiten der Lendenwirbelsäule und am innern Rand des innern Hüftbeinmuskels.

Ansätze:
a) Die Seitenfläche des Körpers und die Querfortsätze des zwölften Brust-, sowie des ersten bis vierten Lendenwirbels.
b) Seine Sehne vereinigt sich mit der des innern Hüftbeinmuskels und setzt sich an den kleinen Rollhügel des Oberschenkelknochens.

Wirkung:
Die Wirkung ist ganz die des innern Hüftbeinmuskels.

B. Muskeln an der hintern Fläche des Hüftgelenkes.

1. Großer Gesäßmuskel, musculus glutaeus maximus (Taf. 11; 2_8. Taf. 12; 2_3. Taf. 15; 2_1).

Lage:
Am Gesäß, unmittelbar unter der Haut.

Ansätze:
a) Der äußere Rand des hintern Theils des Hüftbeinkammes, die hintere Fläche des Heiligenbeins, der seitliche Rand des Steißbeins und das Sitzknorren-Heiligenbeinband.
b) Der äußere Schenkel der rauhen Linie des Oberschenkelknochens unter dem großen Rollhügel und die Oberschenkelbinde.

Wirkung:
Zieht den Oberschenkel nach rückwärts und auswärts.

ttlerer Gesäßmuskel, musculus glutaeus medius (Taf. 11; 2_6. Taf. 12; 2_6).

der äußern Fläche des Darmbeins, theils von Haut, theils von dem großen Gesäßmuskel bedeckt.

e:
Die äußere Fläche des Darmbeins, und zwar der vordere Theil des Muskels von dem äußern Rande des Darmbeinkammes, der hintere Theil von der Stelle der äußern Darmbeinfläche, welche zwischen dem Darmbeinkamme und der äußern halbkreisförmigen Linie liegt.
Die äußere Fläche des großen Rollhügels des Oberschenkelknochens.

ng:
eht den Oberschenkel ab, der vordere Theil rollt nselben nach innen, wenn er zuvor nach außen rollt worden war.

einer Gesäßmuskel, musculus glutaeus minimus.

rselbe hat in unsern Abbildungen nicht zur schauung gebracht werden können, man kann denselben, welcher sich unter dem mittlern Gemuskel befindet, leicht aus seiner Lage vorstellen.

e:
Die halbkreisförmige Linie der äußern Darmbeinfläche.
Die obere Fläche des großen Rollhügels des Oberschenkelknochens.

ng:
redt den Oberschenkel und zieht ihn ab.

rnförmiger Muskel, musculus pyriformis (Taf. 12; 1_3, 2_7).

ter dem großen Gesäßmuskel, in dem großen tzbeineinschnitte.

e:
Die vordere seitliche Fläche des Heiligenbeins.
Der große Rollhügel des Oberschenkels unterhalb des kleinen Gesäßmuskels.

ng:
lt den Schenkel nach außen.

rer Zwillingsmuskel, musculus gemellus superior (Taf. 12; 2_8).

untern Rande des birnförmigen Muskels, vom ßen Gesäßmuskel bedeckt.

:
Der Sitzbeinstachel.
Der Muskel vereinigt sich mit der Sehne des innern Hüftlochmuskels und setzt sich an die Rollhügelgrube.

ng:
lt den Schenkel nach außen.

nerer Hüftlochmuskel, musculus obturator internus (Taf. 12; 2_9).

der hintern Fläche der vordern Wand des nen Beckens.

:
Der innere Umfang des Hüftlochs und die innere Fläche des Hüftlochbandes.
Mit der Sehne des obern Zwillingsmuskels vereint die Rollhügelgrube, indem der Muskel durch den kleinen Sitzbeineinschnitt aus dem Becken gelangt.

ng:
lt den Schenkel nach außen.

7. Unterer Zwillingsmuskel, musculus gemellus inferior (Taf. 12; 2_{10}).

Lage:
Am untern Rande der Sehne des innern Hüftlochmuskels.

Ansätze:
a) Die äußere Fläche des Sitzbeinknorrens.
b) Die Rollhügelgrube.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

8. Vierediger Schenkelmuskel, musculus quadratus femoris (Taf. 12; 2_{11}).

Lage:
Am untern Rande des untern Zwillingsmuskels, zwischen Sitzbeinknorren und großem Rollhügel.

Ansätze:
a) Die äußere Fläche des Sitzbeinknorrens.
b) Die hintere Zwischenrollhügellinie.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

9. Aeußerer Hüftlochmuskel, musculus obturator externus (Taf. 11; 2_{11}).

Lage:
An der vordern Fläche der vordern Wand des kleinen Beckens.

Ansätze:
a) Der äußere Umfang des Hüftlochs.
b) Der unterste Theil der Rollhügelgrube

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

C. Muskeln an der äußern Seite der Hüfte.

Schenkelbindenspanner, musculus tensor fasciae latae (Taf. 10; 1_7, 2_6. Taf. 11; 1_8).

Lage:
An der obern äußern Seite des Oberschenkels.

Ansätze:
a) Der vordere obere Darmbeinstachel.
b) Befestigt sich an der breiten Schenkelbinde.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach innen, zieht ihn ab und spannt die Schenkelbinde.

Die breite Schenkelbinde, fascia lata femoris (Taf. 10; 1o. Taf. 14; 1G, 2G), bildet eine sehnige Hülle für sämmtliche Muskeln des Oberschenkels. Sie entspringt vom äußern Rande des Darmbeinkammes, geht am Kreuzbein in die Lendenrückenfascie über und setzt sich vorn und innen an die Aeste des Scham- und Sitzbeins an. Sie bildet um die sämmtlichen Muskeln des Oberschenkels eine Scheide und geht nach unten in die Unterschenkelbinde, fascia cruris (Taf. 14; 1H, 2H), über. Der vordere obere Abschnitt theilt sich in zwei Blätter. Das untere Blatt kleidet die Hüftkammmuskelgrube, fossa ileopectinea, aus und geht nach oben in die Hüftbeinmuskelfascie, fascia iliaca (Taf. 12; 2J) über. Das oberflächliche Blatt des vordern obern Theils der breiten Schenkelbinde legt sich über die großen Schenkelgefäße hinweg und hört unterhalb des Leistenbandes mit einem freien halbmondförmigen Rande, dem sichelförmigen Fortsatze der breiten Schenkelbinde, processus falciformis fasciae latae, auf, die halbovale Grube, fossa semiovalis (Taf. 10; 1P), umfassend, in deren Grunde man das tiefere Blatt des vordern obern Theils der breiten Schenkelbinde erblickt. Zwischen beiden Blättern verlaufen die großen Oberschenkelgefäße, die Schenkelpulsader und Schenkelblutader.

II. Muskeln am Oberschenkel.

A. Muskeln an der vordern Fläche des Oberschenkels.

1. **Schneidermuskel**, sartorius (Taf. 10; 1_8, 2_5. Taf. 11; 1_6. Taf. 14; 1_1, 2_1).

Lage:
Dicht unter der Haut, schräg von der äußern Seite der Hüfte zur innern Seite des Kniees gehend. Der Muskel ist dabei in einer besondern Scheide der breiten Schenkelbinde eingehüllt (Taf. 10; 1_6).

Ansätze:
a) Der vordere obere Darmbeinstachel.
b) Die innere Fläche des obern Endes des Schienbeins, nach innen, neben dem Schienbeinhöcker.

Wirkung:
Beugt den Unterschenkel und dreht denselben, wenn er bereits gebogen ist, um seine Längsachse nach innen, auch kann er bei fixirter unterer Extremität das Becken gegen den Schenkel neigen.

2. **Gemeinschaftlicher Unterschenkelstrecker**, musculus extensor cruris quadriceps. Derselbe besteht aus vier Theilen, dem **geraden Oberschenkelmuskel**, musculus rectus femoris (Taf. 10; 2_7. Taf. 11; 1_7, 2_{13}. Taf. 14; 1_3, 2_2), dem **äußern großen Schenkelmuskel**, musculus vastus externus (Taf. 10; 2_{18}. Taf. 11; 1_{13}, 2_{17}. Taf. 12; 2_{12}. Taf. 14; 1_4, 2_4. Taf. 15; 2_3), dem **innern großen Schenkelmuskel**, musculus vastus internus (Taf. 11; 2_{18}. Taf. 14; 1_3, 2_3) und dem **Schenkelbeinmuskel**, musculus cruralis (Taf. 10; 1_{14}. Taf. 11; 1_{14}. Taf. 14; 2_3).

Lage:
Unter der Haut an der vordern äußern und innern Oberschenkelfläche, und zwar der gerade Oberschenkelmuskel an der vordern Seite zu oberst, der Schenkelbeinmuskel, an der vordern Seite des Oberschenkelknochens und etwas nach außen, unter dem geraden Oberschenkelmuskel der äußere große Schenkelmuskel an der äußern Seite des Schenkelbeinmuskels, und der innere große Schenkelmuskel an der innern Seite des Schenkelbeinmuskels. Sämmtliche vier Muskeln vereinigen sich in einer Sehne, welche sich an die Kniescheibe ansetzt, und als Kniescheibenband, ligamentum patellae (Taf. 14; 2_7), zum Schienbeinhöcker fortsetzt.

Ansätze:
1. des geraden Oberschenkelmuskels:
   a) der vordere untere Darmbeinstachel,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker;
2. des Schenkelbeinmuskels:
   a) die vordere Zwischenrollhügellinie und die vordere Fläche des Oberschenkelknochens,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker;
3. des äußern großen Schenkelmuskels:
   a) der äußere Schenkel der rauhen Linie des Oberschenkelknochens hinauf bis zum großen Rollhügel,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker;
4. des innern großen Schenkelmuskels:
   a) der innere Schenkel der rauhen Linie des Oberschenkelknochens,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker.

Wirkung:
Sämmtliche vier Muskeln strecken den Unterschenkel, der gerade Schenkelmuskel allein kann aber auch den Oberschenkel und das Becken gegeneinander bewegen.

B. Muskeln an der innern Seite des Oberschenkels.

1. **Schlanker Schenkelmuskel**, musculus gracilis (Taf. 10; 2_{10}. Taf. 11; 1_{10}, 2_{14}. Taf. 12; 2_{10}, 1_7, 2_{10}. Taf. 15; 2_7).

Lage:
An der innern Seite des Oberschenkels in besondern Scheide der breiten Schenkelbinde.

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins und aufsteigende Ast des Sitzbeins.
b) Die Sehne verschmilzt mit der Sehne des muskels und setzt sich an die innere Seite des obern Endes des Schienbeins und neben den Schienbeinhöcker.

Wirkung:
Beugt den Unterschenkel und nähert die einander, auch dreht er den Unterschenkel dessen Längsachse nach innen.

2. **Langer Zuzieher des Beins**, musculus adductor longus (Taf. 10; 2_9. Taf. 11; Taf. 14; 1_8, 2_8).

Lage:
An der innern Seite des Oberschenkels drei Zuziehern des Beins am weitesten

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins Schambeinsymphyse.
b) Das mittlere Drittel der rauhen dem innern großen Schenkelmuskel.

Wirkung:
Adducirt den Schenkel und hebt denselben nach vorn in die Höhe.

3. **Kurzer Zuzieher des Beins**, musculus adductor brevis (Taf. 11; 2_{11}).

Lage:
Hinter dem langen Zuzieher des Beins

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins
b) Der innere Schenkel der rauhen Oberschenkels über dem Ansatz Zuziehers des Beins.

Wirkung:
Adducirt den Schenkel.

4. **Großer Zuzieher des Beins**, musculus adductor magnus (Taf. 11; 2_{18}. Taf. 12; 2_{10}. Taf. 15; 1_8, 2_4).

Lage:
An der innern Seite des Oberschenkels Knie herabsteigend, hinter dem langen Zuzieher des Beins.

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins aufsteigende Ast des Sitzbeins bis beinknorren.
b) Die ganze Länge der rauhen Linie schenkelknochens vom kleinen Rollhügel innern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.

Wirkung:
Adducirt den Schenkel.

5. **Kammmuskel**, musculus pectineus (Taf. 11; 1_8, 2_{10}. Taf. 14; 1_2, 2_2).

Lage:
Am obern innern Theile der vordern fläche, zwischen Hüftbeinlendenmuskel Zuzieher des Beins.

Ansätze:
a) Der Kamm des horizontalen Schambeins

Der innere Schenkel der rauhen Oberschenkellinie, unmittelbar unter dem kleinen Rollhügel (Taf. 15; 1_4).

ng:
ducirt den Schenkel und hebt ihn nach vorn die Höhe.

skeln an der hintern Fläche des Oberschenkels.

peiköpfiger Schenkelmuskel, musculus s femoris (Taf. 12; 2_{16}. Taf. 15; 1_1, 2_3).

n äußern Rande der hintern Fläche des Oberentels.

e:
Der lange Kopf, caput longum musculi bicipitis femoris (Taf. 15; $2_3'$), am Sitzbeinknorren, der kurze Kopf, caput breve (Taf. 15; $2_3''$), am äußern Schenkel der rauhen Oberschenkellinie.
Das Köpfchen des Wadenbeins.

ng:
ugt den Unterschenkel und dreht ihn nach außen seine Längsachse, wenn das Knie gebogen ist, zieht den Oberschenkel nach rückwärts, auch tet er den gebogenen Rumpf auf den Schenkelfen auf, wenn die untern Extremitäten unbeglich sind.

sehniger Muskel, musculus semitendinosus (Taf. 12, 2_{16}. Taf. 15; 2_3).

der innern Seite der hintern Fläche des erschenkels.

e:
Der Sitzbeinknorren.
Die innere Fläche des obern Endes des Schienbeins.

ng:
ugt den Unterschenkel und dreht ihn etwas h innen, auch kann er den gebogenen Rumpf den Schenkelköpfen aufrichten, wenn die untern remitäten fixirt sind.

bhäutiger Muskel, musculus semimembranosus (Taf. 13; 2_{17}. Taf. 15; 1_2, 2_6).

der hintern innern Seite des Oberschenkels.

e:
Der Sitzbeinknorren.
Der innere Gelenkknorren des Schienbeins.

ng:
gt den Unterschenkel und richtet den gebogenen mpf auf den Schenkelköpfen auf, wenn die rn Extremitäten fixirt sind.

III. Muskeln am Unterschenkel.

keln an der vordern Fläche des Unterschenkels.

erer Schienbeinmuskel, musculus tibialis anticus (Taf. 14; 1_1, 2_1).

der äußern Fläche des Schienbeins unter der t.

e:
Der obere Theil der äußern Fläche des Schienbeins, das Unterschenkelknochenzwischenband und der obere Theil der Unterschenkelfascie.
Der innere Rand des ersten Keilbeinknochens der Fußwurzel und die Basis des ersten Mittelfußknochens.

Wirkung:
Beugt den Fuß im Fußgelenk und dreht denselben zugleich um dessen Längsachse, sodaß die Fußsohle auch einwärts gewendet wird. Steht der Fuß fest, so kann er den Unterschenkel nach vorwärts und einwärts bewegen.

2. Gemeinschaftlicher langer Streckmuskel der Zehen, musculus extensor digitorum communis longus (Taf. 14; 3_2, 4_2).

Lage:
An der äußern Seite des vordern Schienbeinmuskels.

Ansätze:
a) Der obere Theil der vordern äußern Fläche des Schienbeins und das Zwischenknochenband des Unterschenkels, sowie das Köpfchen und die vordere Kante des Wadenbeins und der obere Theil der Unterschenkelfascie.
b) Der Muskel theilt sich in vier Sehnen, von denen jede in drei Schenkel endigt, von denen der mittlere an die Rückenfläche der Basis des zweiten Gliedes der vier letzten Zehen geht, während die beiden seitlichen an die Rückenfläche der Basis des dritten Gliedes derselben sich ansetzen

Wirkung:
Streckt die zweite bis fünfte Zehe.

3. Dritter Wadenbeinmuskel, musculus peroneus tertius (Taf. 14; 1_3).

Lage:
An der äußern Seite des gemeinschaftlichen langen Zehenstreckers.

Ansätze:
a) Die untere Hälfte der vordern innern Fläche des Wadenbeins,
b) Die Rückenfläche der Basis des fünften Mittelfußknochens.

Wirkung:
Beugt den Fuß, und dreht die Fußsohle, wenn sie nach einwärts gewendet war, wieder nach unten.

4. Langer Streckmuskel der großen Zehe, musculus extensor hallucis longus (Taf. 14; 3_5, 4_4).

Lage:
Unter und zwischen dem vordern Schienbeinmuskel und dem gemeinschaftlichen langen Zehenstrecker.

Ansätze:
a) Die vordere innere Fläche des Wadenbeins und das Unterschenkelzwischenknochenband.
b) Die Dorsalfläche des zweiten Gliedes der großen Zehe.

Wirkung:
Streckt das zweite Glied der großen Zehe.

B. Muskeln an der äußern Fläche des Unterschenkels.

1. Langer Wadenbeinmuskel, musculus peroneus longus (Taf. 14; 3_7, 4_6. Taf. 15; 3_1, 4_5).

Lage:
Am äußern Rande des Unterschenkels längs des Wadenbeins.

Ansätze:
a) Das Köpfchen und die obern drei Viertel des Wadenbeins.
b) Die Sehne läuft in einer Scheide um den äußern Knöchel herum, durch die Rinne des Würfelbeins und setzt sich an die Plantarfläche des ersten Mittelfußknochens und an das erste Keilbein der Fußwurzel.

Wirkung:
Streckt den Fuß und dreht die Fußsohle, wenn sie nach innen gekehrt war, nach außen.

2. Kurzer Wadenbeinmuskel, musculus peroneus brevis (Taf. 14; 3_8, 4_7. Taf. 15; 3_1, 4_4).

Lage:
Hinter dem langen Wadenbeinmuskel an der äußern Fläche des Wadenbeins.

Ansätze:
a) Die zwei untern Drittel der äußern Fläche des Wadenbeins.
b) Die äußere Fläche des Höckers des fünften Mittelfußknochens.

Wirkung:
Streckt den Fuß und abducirt ihn.

C. Muskeln an der hintern Fläche des Unterschenkels.

a. Oberflächliche Lage.

1. Zweiköpfiger Wadenmuskel, musculus gastrocnemius (Taf. 14; 3_9, 4_8. Taf. 15; 2_8).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut der Wade, mit seinen beiden Köpfen die Kniekehle nach unten begrenzend.

Ansätze:
a) Der äußere Kopf, caput externum, am äußern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens. Der innere Kopf, caput internum, am innern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
b) Beide Köpfe vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Bauch, welcher in die Achillessehne, tendo Achillis (Taf. 15; 4_1), übergeht, welche sich an den Fersenbeinhöcker ansetzt.

Wirkung:
Streckt den Fuß.

2. Schollenmuskel, musculus soleus (Taf. 14; 3_{10}, 4_9. Taf. 15; 2_{11}).

Lage:
An der Wade unter dem zweiköpfigen Wadenmuskel.

Ansätze:
a) Das Köpfchen des Wadenbeins an seinem hintern Theile und die hintere Fläche des Schienbeins.
b) Geht mit dem zweiköpfigen Wadenmuskel in die Achillessehne über und mit dieser zum Höcker des Fersenbeins.

Wirkung:
Streckt den Fuß.

3. Langer Sohlenmuskel, musculus plantaris (Taf. 15; 2_9).

Lage:
Mit seinem kleinen schmalen Bauche zwischen dem zweiköpfigen Wadenmuskel und dem Schollenmuskel. Die lange Sehne geht an die innere Seite der Achillessehne.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens und die Kniegelenkkapsel.
b) Mit der Achillessehne an dem Fersenbeinhöcker und an der Kapsel des Sprunggelenks.

Wirkung:
Hilft den Fuß mit strecken und spannt dabei die Kapselmembran des Sprunggelenks.

b. Tiefe Lage.

1. Kniekehlenmuskel, musculus popliteus (Taf. 15; 2_{10}, 4_2).

Lage:
Unter den Wadenmuskeln in der Kniekehle.

Ansätze:
a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens und der hintere Rand des äußern Zwischenknorpels des Kniegelenks.
b) Die linea obligna an der hintern Fläche des Schienbeins und die äußere, hintere Kante desselben.

Wirkung:
Hilft das Knie beugen und spannt dabei die Kniegelenkkapsel.

2. Hinterer Schienbeinmuskel, musculus tibialis posticus (Taf. 15; 4_6).

Lage:
Schief hinter den Ausstreckmuskeln des Fußes.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche des Schienbeins, der innere Winkel des Wadenbeins und das Zwischenknochenband des Unterschenkels.
b) Geht in einer besondern Scheide um den innern Knöchel herum an den innern Rand des Kahnbeinhöckers und an das erste und zweite Keilbein der Fußwurzel.

Wirkung:
Streckt den Fuß und kehrt die Fußsohle nach innen, hilft auch bei der Adduction des Fußes.

3. Gemeinschaftlicher langer, oder durchbohrender Beugemuskel der Zehen, musculus flexor digitorum pedis communis longus oder perforans (Taf. 15; 4_7).

Lage:
Bedeckt von dem Schollenmuskel und einem Theile des hintern Schienbeinmuskels.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche des Schienbeins und das Zwischenknochenband des Unterschenkels.
b) Die Sehne geht hinter dem innern Knöchel über die des hintern Schienbeinmuskels hinweg zur Fußsohle und spaltet sich daselbst in vier Theile, welche an die Fußsohlenseite der Basis des dritten Gliedes der zweiten bis fünften Zehe gehen, indem dieselben die Sehnen des gemeinschaftlichen kurzen Beugers der Zehen durchbohren (Taf. 15; 5_8). Die Sehnen beider Beuger liegen in einer gemeinsamen Scheide (Taf. 15; 5F und 5F').

Wirkung:
Beugt das dritte Glied der zweiten bis fünften Zehe.

4. Langer Beuger der großen Zehe, musculus flexor hallucis longus (Taf. 15; 4_5).

Lage:
Zwischen den Wadenbeinmuskeln und den beiden vorigen Muskeln.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche und äußere Kante des Wadenbeins in deren zwei untern Dritteln.
b) Die Sehne geht durch eine Furche an der hintern Fläche des Sprungbeins zur Fußsohle und setzt sich an die Fußsohlenfläche der Basis des zweiten Gliedes der großen Zehe (Taf. 15; 5_9).

Wirkung:
Beugt das zweite Glied der großen Zehe.

IV. Muskeln am Fuße.

A. Muskeln auf dem Rücken des Fußes.

1. Gemeinschaftlicher kurzer Streckmuskel der Zehen, musculus extensor digitorum pedis communis brevis (Taf. 14; 3_4, 4_3).

Lage:
Auf dem Rücken des Fußes unter den Sehnen des gemeinschaftlichen langen Zehenstreckers.

:
Die äußere obere Fläche des vordern Fortsatzes des Fersenbeins.
Der Muskel spaltet sich in drei, seltener vier Theile, deren drei oder vier Sehnen sich an den äußern Rand der entsprechenden drei oder vier Sehnen des gemeinschaftlichen langen Zehenstreckers setzen und an das erste Glied der zweiten bis vierten Zehe und bei vier Sehnen auch der fünften Zehe gehen.
g:
eckt die zweite bis vierte und zuweilen auch fünfte Zehe.
er Strecker der großen Zehe, musculus ensor hallucis brevis (Taf. 14; 3_6, 4_5).
innern Rande des gemeinschaftlichen kurzen enstreckers.
:
Der vordere untere Theil des Wadenbeins und das untere Schienbein-Wadenbeinband.
Die Sehne setzt sich an den äußern Rand des langen Streckers der großen Zehe und geht zur Dorsalfläche derselben.
g:
eckt die große Zehe.
ßere oder Rückenzwischenknochenmuskeln Fußes, musculi interossei pedis externi sales (Taf. 14; 3_{12}, 4_{11}. Taf. 15; 3_3, 5_{11}), vier Stück.
den Zwischenräumen der sämmtlichen Mittelnochen nach dem Rücken des Fußes zu.
:
Sie entspringen mit je zwei Köpfen von den einander zugekehrten Rändern des Mittelfußnochens.
Der erste und zweite äußere Zwischenknochenmuskel setzen sich an die Tibial- und Fibularseite, d. h. an die innere und äußere Seite des ersten Gliedes der zweiten Zehe, der dritte und vierte äußere Zwischenknochenmuskel an die Fibularseite des ersten Gliedes der dritten und vierten Zehe.
g:
len sämmtliche äußere Zwischenknochenmuskeln hzeitig, so wird die zweite Zehe fixirt und dritte und vierte nach der Fibularseite abgen, ein Gleiches geschieht auch mit der ten Zehe, wenn der erste äußere Zwischenen nicht wirkt, wol aber der zweite.

Muskeln am innern Fußrande.

eber der großen Zehe, musculus abhallucis (Taf. 14; 3_{11}, 4_{10}. Taf. 15; 5_2).
Tibialrande der Fußsohle, neben dem kurzen ger der großen Zehe.
Die innere Fläche des Fersenbeinhöckers und das Fersenbein-Kahnbeinband, sowie die innere Fläche des ersten Keilbeins der Fußwurzel.
Das innere Sesambeinchen und der innere Höcker an der Basis des ersten Gliedes der großen Zehe.
g:
t die große Zehe von der zweiten ab.

2. Kurzer Beuger der großen Zehe, musculus flexor brevis hallucis (Taf. 15; 5_3).
Lage:
An der äußern Seite, das heißt an der Fibularseite des Abziehers der großen Zehe.
Ansätze:
a) Das erste und zweite Keilbein der Fußwurzel und die Bänder in deren Gegend.
b) Theilt sich in zwei Portionen, zwischen welchen die Sehne des langen Beugers der großen Zehe hindurchtritt und die sich an die beiden Sesambeine der großen Zehe ansetzen.
Wirkung:
Beugt das erste Glied der großen Zehe.

C. Muskeln am äußern Fußrande.

1. Abzieher der kleinen Zehe, musculus abductor digiti minimi pedis (Taf. 14; 4_{12}. Taf. 13; 5_8).
Lage:
Am äußern Fußsohlenrand.
Ansätze:
a) Die äußere Fläche des Fersenbeinhöckers.
b) Der Höcker der Basis des fünften Mittelfußknochens und die äußere Seite der Basis des ersten Gliedes der fünften Zehe.
Wirkung:
Zieht die kleine Zehe nach außen.

2. Kurzer Beuger der kleinen Zehe, musculus flexor brevis digiti minimi pedis (Taf. 15; 5_9).
Lage:
Am vordern Theile des äußern Fußsohlenrandes.
Ansätze:
a) Die untere innere Seite der Basis des fünften Mittelfußknochens und das Fersenbein-Würfelbeinband.
b) Die Fußsohlenfläche der Basis des ersten Gliedes der fünften Zehe.
Wirkung:
Beugt das erste Glied der fünften Zehe.

D. Muskeln in der Fußsohle.

1. Gemeinschaftlicher kurzer oder durchbohrter Beuger der Zehen, musculus flexor digitorum pedis communis brevis oder perforatus (Taf. 15; 5_1 und $5_1'$).
Lage:
In der Mitte der Fußsohle unmittelbar unter der Haut.
Ansätze:
a) Die untere Fläche des Fersenbeinhöckers und die Fußsohlenaponeurose.
b) Der Muskel theilt sich in vier Portionen, deren vier Sehnen sich in der Gegend des ersten Zehengliedes einer jeden der vier letzten Zehen spaltet, um die betreffende Sehne des langen gemeinschaftlichen Beugers der Zehen hindurchzulassen, und sich dann an die Fußsohlenfläche des zweiten Gliedes derselben Zehen ansetzt.
Wirkung:
Beugt das zweite Glied der zweiten bis fünften Zehe.

2. Viereckiger Fußsohlenmuskel, musculus quadratus plantae oder caro quadrata Sylvii (Taf. 15; 5_7).
Lage:
Bedeckt vom gemeinschaftlichen kurzen Beuger der Zehen.
Ansätze:
a) Die untere Fläche des Fersenbeines und das Fersenbein-Würfelbeinband.

b) Der äußere Rand der Sehne des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers.

Wirkung:
Da die Sehne des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers wegen ihrer Lage die Zehen in schiefer Richtung nach innen beugen würde, so wird dieselbe von dem viereckigen Fußsohlenmuskel, der gleichsam ein zweiter Kopf des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers ist, nach außen gezogen, wobei die Zehen zugleich mit gebogen werden, und zwar wenn beide Muskeln gleichzeitig wirken in gerader Richtung.

3. Spulwurmmuskeln, musculi lumbricales pedis (Taf. 15; 5_6), vier Stück.

Lage:
Bedeckt vom gemeinschaftlichen kurzen Beuger der Zehen.

Ansätze:
a) Die Tibialränder der vier Sehnen des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers.
b) Die Tibialseite der Basis des ersten Gliedes der zweiten bis fünften Zehe.

Wirkung:
Beugen das erste Glied der zweiten bis fünften Zehe.

4. Zuzieher der großen Zehe, musculus adductor hallucis. Derselbe hat nicht sichtbar gemacht werden können, doch kann man sich ihn leicht aus der Lage vorstellen. Er besteht aus zwei Köpfen.

Lage:
In der Tiefe der Fußsohle, dicht an den Mittelfußknochen.

Ansätze:
a) Der lange Kopf, caput longum, entspringt von der Fußsohlenfläche des zweiten und dritten Keilbeins der Fußwurzel, vom dritten Mittelfußknochen und vom Fersenbein-Würfelbeinband. Der kurze Kopf, caput breve, auch transversalis pedis genannt, setzt sich an die Fußsohlenfläche des vierten Mittelfußknochens.
b) Beide Köpfe gehen vereinigt an das gegen die zweite Zehe gekehrte Sesambein und die Basis des ersten Gliedes der großen Zehe.

Wirkung:
Er zieht die große Zehe gegen die zweite hin.

5. Innere Zwischenknochenmuskeln des Fußes, musculi interossei pedis interni oder plantares (Taf. 15; 5_{10}), drei Stück.

Lage:
In den drei Zwischenräumen zwischen dem zweiten bis fünften Mittelfußknochen nach der Fußsohle zu.

Ansätze:
a) Die Großzehenseite des dritten, vierten und fünften Mittelfußknochens.
b) Dieselbe Seite des ersten Gliedes der drei letzten Zehen.

Wirkung:
Sie ziehen die drei letzten Zehen gegen die zweite Zehe hin.

Blutgefäße.

I. Pulsadern.

Die Schenkelpulsader, arteria cruralis (Taf. 14; 2a. Taf. 15; 1a), ist die Fortsetzung der äußern Hüftpulsader, arteria iliaca externa. Den Ursprung und ersten Verlauf haben wir bereits auf S. 109 betrachtet. Es erübrigt hier nur noch die Fortsetzung, soweit sie auf Taf. 14 und 15 zur Anschauung gelangt, zu erläutern.

So lange die Schenkelpulsader am Oberschenkel verläuft, heißt sie auch Oberschenkelpulsader, arteria femoralis (Taf. 14; 2a. Taf. 15; 1a). Sie gelangt über die Mitte des horizontalen Schambeinastes hinweg aus der Beckenhöhle zum Oberschenkel, an der sie sich immer mehr nach innen wendet, und zu Anfang des letzten Viertels desselben die Sehne des großen Zuziehers des Beins durchbohrt, um in die Kniekehle zu gelangen. Auf unsern beiden Tafeln gibt sie folgende Zweige ab:

1. Die tiefe Schenkelpulsader, arteria profunda femoris (Taf. 14; 2_6. Taf. 15; 1_6). Dieselbe gibt wieder ab:
   a) die äußere Kranzpulsader des Oberschenkels, arteria circumflexa femoris externa, siehe S. 108, von welcher sich wiederum abzweigt:
      der absteigende Ast, ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae (Taf. 15; 1e),
   b) die durchbohrenden Pulsadern, rami perforantes arteriae profundae femoris, und zwar eine
      erste durchbohrende Pulsader, arteria perforans prima (Taf. 15; 1d, 2a),
      zweite durchbohrende Pulsader, arteria perforans secunda (Taf. 15; 1e, 2b),
      dritte durchbohrende Pulsader, arteria perforans tertia (Taf. 15; 1f, 2c), aus welcher
      die große Nährpulsader des Oberschenkelknochens, arteria nutritia maxima ossis femoris (Taf. 15; 1g, 2o), entspringt.

2. Muskelzweige, rami musculares (Taf. 14; 2e. Taf. 15; 1h).

3. Die oberflächliche Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superficialis (Taf. 15; 1i), welche in das Kniegelenknetz, rete articulare genu, übergeht.

Die Kniekehlenpulsader, arteria poplitea (Taf. 15, 1k, 2e), wird die Fortsetzung der Schenkelpulsader in der Kniekehle von deren Durchtritt durch den großen Zuzieher des Beins bis zum obern Fünftel des Unterschenkels, wo sie sich unter dem Schollenmuskel in die vordere und hintere Schienbeinpulsader spaltet. Sie gibt folgende Zweige ab:

1. die obere äußere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superior externa (Taf. 14; 2g. Taf. 15; 1m, 2f);
2. die obere innere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superior interna (Taf. 15; 1n, 2g);
3. die untere äußere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu inferior externa (Taf. 15; 1q, 2h, 4b), welche sich um den äußern Gelenkknorren des Schienbeins nach außen und vorn oberhalb des Wadenbeinköpfchens herumschlägt und zur Bildung des Kniegelenknetzes, rete articulare genu, beiträgt;
4. die untere innere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu inferior interna (Taf. 15; 1r, 2i, 4b);
5. die Muskelzweige der Kniekehle, rami musculares popliteae (Taf. 15; 1e);
6. die mittlere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu media oder azyga (Taf. 15; 1o), welche auch zuweilen als mittlere obere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superior media, aus der obern äußern Kniegelenkpulsader oder als mittlere untere Kniegelenkpulsader ar-

articularis genu inferior media, aus der untern
n Kniegelenkpulsader entspringt;

die Wadenmuskelpulsadern, arteriae surales
rami gastrocnemii (Taf. 15; 1p, 3r), vier bis
Stück, welche zum zweiköpfigen Wadenmuskel,
Schollenmuskel und langen Sohlenmuskel gehen.

e Kniekehlenpulsader, arteria poplitea, theilt
n die:

Vordere Schienbeinpulsader, arteria tibialis
a (Taf. 14; 3a. Taf. 15; 1s, 2k, 3a, 4c). Dieselbe
gt zwischen dem obern Ende des Schienbeins und
enbeins über dem obern Rande des Zwischen-
enbandes des Unterschenkels hindurch zur vordern
e des Unterschenkels, an welchem sie zum Fuß-
n herabläuft. Sie gibt folgende Zweige ab:

a) die zurücklaufende Schienbeinpulsader, arteria recurrens tibialis (Taf. 15; 1t′, 3c);

b) die vordere äußere Knöchelpulsader, arteria malleolaris anterior externa (Taf. 15; 3d);

c) die vordere innere Knöchelpulsader, arteria malleolaris anterior interna (Taf. 15; 3e).

er Stamm geht dann als Rückenpulsader des
es, arteria dorsalis pedis oder pediaea (Taf. 14, 3b.
15; 3b), weiter und gibt ab die:

a) äußere Fußwurzelpulsader, arteria tarsea externa (Taf. 15; 3f);

b) innere Fußwurzelpulsader, arteria tarsea interna (Taf. 15; 3g);

c) äußere Mittelfußpulsader, arteria metatarsea externa (Taf. 15; 3h);

d) innere Mittelfußpulsader, arteria metatarsea interna (Taf. 15; 3h′);

e) den Fußrückenbogen, arcus dorsalis pedis (Taf. 15; 3i), welcher auf dem Kahnbein seinen Anfang nimmt, bogenförmig mit der Convexität gegen die Zehen gerichtet nach außen läuft und durch einen Zweig mit der äußern Fußwurzelpulsader in Verbindung tritt. Aus dem Bogen gehen die Zwischenknochenpulsadern des Fußrückens, arteriae interosseae dorsales pedis (Taf. 15; 3k), hervor; drei Stück, welche auf dem Rücken in den Zwischenräumen der Mittelfußknochen der zweiten bis fünften Zehe verlaufen und am Köpfchen derselben sich gabelförmig in zwei Zweige spalten, die als Rückenpulsadern der Zehenglieder, arteriae digitales dorsales, sich an den einander zusehenden Rändern zweier Zehen bis zur Zehenspitze verbreitern. Die Fortsetzung der Fußrückenpulsadern bildet die
ückenpulsader der großen Zehe, oder erste
schenknochenpulsader des Fußrückens, ar-
dorsalis hallucis oder interossea dorsalis prima
15; 3k′), welche einen

a) innern Zweig, ramus internus dorsalis hallucis, für den innern oder Tibialrand des Rückens der großen Zehe, einen

b) äußern Zweig, ramus dorsalis hallucis externus, für den äußern oder Fibularrand der großen Zehe, einen

c) innern Rückenzweig für die zweite Zehe, ramus dorsalis digiti secundi internus, und einen

d) tiefen oder Fußsohlenzweig, ramus profundus oder plantaris profundus (Taf. 15; 3k″), den Endast der Fußrückenpulsader, welcher zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen in die Fußsohle dringt und daselbst zum tiefen Fußsohlenbogen, arcus plantaris profundus, tritt, abgibt.

2. Hintere Schienbeinpulsader, arteria tibialis postica (Taf. 15; 1u, 2b, 3b). Dieselbe ist die Fortsetzung der Kniekehlenpulsader. Sie steigt an der hintern Fläche des Unterschenkels herab zum innern Knöchel, um welchen sie sich herumbiegt und an der innern Fläche des Fersenbeins zur Fußsohle gelangt, wo sie sich in die innere und äußere Fußsohlenpulsader spaltet. Sie gibt ab die:

a) obere Nährpulsader des Schienbeins, arteria nutritia tibiae superior (Taf. 15; 4d);

b) gemeinschaftliche Wadenbeinpulsader, arteria peronea oder fibularis communis (Taf. 15; 2m, 3m, 4g), welche an der innern hintern Fläche des Wadenbeins herabläuft und im untern Drittel des Unterschenkels sich in eine:

α) vordere oder durchbohrende Wadenbeinpulsader, arteria peronea anterior oder perforans (Taf. 15; 3m′), und in eine:

β) hintere Wadenbeinpulsader, arteria peronea posterior (Taf. 13; 3m″, 4h), spaltet, welche die
hintere äußere Knöchelpulsader, arteria malleolaris posterior externa (Taf. 15; 3o, 4e′), abgibt;

c) hintere innere Fußknöchelpulsader, arteria malleolaris posterior interna (Taf. 15; 3k, 4e);

d) Zweige zur innern Seite des Fersenbeins, rami calcanei interni (Taf. 15; 4f).

Die hintere Schienbeinpulsader theilt sich endlich in der Fußsohle in die

a) innere Fußsohlenpulsader, arteria plantaris interna (Taf. 15; 3p, 5f), welche am innern Rande der Fußsohle nach vorwärts läuft und als
innere Fußsohlenpulsader der großen Zehe, arteria plantaris interna hallucis (Taf. 15; 5g), endigt, sowie in die

b) äußere Fußsohlenpulsader, arteria plantaris externa (Taf. 15; 3q, 5a). Dieselbe begibt sich zum äußern Rande der Fußsohle, an welchem sie entlang nach vorn läuft, um sich dann bogenförmig nach innen zu biegen, wo sie, auf dem Mittelfußknochen aufliegend, mit dem tiefen Fußsohlenaste aus der Fußrückenpulsader den tiefen Fußsohlenbogen, arcus plantaris profundus, bildet. Sie gibt folgende Zweige ab:

α) Muskeläste, rami musculares (Taf. 15; 5b);

β) einen oberflächlichen Ast, ramus superficialis (Taf. 15; 5c), welcher mit Zweigen der innern Fußsohlenpulsader in Verbindung tritt und den oberflächlichen Fußsohlenbogen, arcus plantaris sublimis, welcher zwischen der Fußsohlenfascie und den gemeinschaftlichen Beugern der Zehen liegt, bildet;

γ) einen tiefen Ast, ramus profundus (Taf. 15; 5d), welcher auf den Mittelfußknochen aufliegend, wie schon erwähnt den tiefen Fußsohlenbogen, arcus plantaris profundus, bildet, aus welchen vier Zwischenknochenpulsadern für die Fußsohle, arteriae interosseae plantares oder digitales communes (Taf.

15; 5e), entspringen, welche auf der Fußsohlenseite in den Zwischenräumen zwischen den Mittelfußknochen verlaufen und am ersten Gliede der Zehen sich gabelförmig in zwei Zweige spalten, die an den einander zugekehrten Rändern der Zehen, als innere und äußere Pulsader der Fußsohlenseite der Zehen, arteria digitalis plantaris interna und externa (Taf. 15; 5e'), bis zur Zehenspitze verlaufen.

II. Blutadern.

Die Blutadern der untern Extremität begleiten zumeist die Pulsadern und nehmen den entsprechenden Namen an. Sie sind entweder tiefe Blutadern, venae profundae, wie die tiefen Unterschenkelblutadern, venae profundae cruris (Taf. 14; 3c), oder Hautvenen, venae subcutaneae, wie die Unterhautblutader des Oberschenkels, vena subcutanea femoris (Taf. 14; 1b, 2f), und die große Rosenader, vena saphena magna oder interna (Taf. 14; 1a, 2e), welche am innern Fußrande beginnt und an der innern Seite des Unter- und Oberschenkels in die Höhe läuft, um sich in der halbovalen Grube, fossa semiovalis, in die Schenkelblutader zu ergießen.

Nerven.

Der Schenkelnerv, nervus cruralis, nimmt seinen Ursprung aus dem Lendengeflecht und gibt folgende Hautzweige ab:

1. den kleinen Rosennerv, nervus saphenus minor oder cutaneus femoris internus (Taf. 14; 1z, 2x);
2. den mittlern vordern Hautnerv, nervus cutaneus femoris anterior medius (Taf. 14; 2β);
3. den großen Rosennerv, nervus saphenus major (Taf. 14; 2γ, 4α), welcher sich in einen
   a) kleinen Zweig, ramus minor nervi sapheni majoris (Taf. 14; 2γ'), und in einen
   b) großen Zweig, ramus major, die Fortsetzung des Stammes, theilt.
4. Muskelzweige, rami musculares (Taf. 14; 2δ), und den
5. Muskelhautast, ramus musculo cutaneus (Taf. 14; 2ε).

Der Hüftnerv, nervus ischiadicus (Taf. 15; 2α), auch innerer Kniekehlennerv, nervus popliteus internus, genannt, nimmt seinen Ursprung aus dem Kreuzbeingeflecht und läuft an der hintern Fläche des Oberschenkels herab, Zweige zu den benachbarten Muskeln, rami musculares (Taf. 15; 2β), abgebend, sowie einen Zweig zum hintern Hautnerven des Oberschenkels, ramus ad nervum cutaneum femoris posteriorem (Taf. 15; 2γ); in der Mitte des Oberschenkels spaltet er sich in zwei Zweige, in den

1. Schienbeinnerv, nervus tibialis (Taf. 15; 2η, 4α), welcher folgende Aeste abgibt:
   a) den Wadennerv oder untern Rosennerv, nervus suralis oder saphenus inferior, auch nervus communicans tibialis (Taf. 14; 4ζ, Taf. 15; 2δ),
   b) den innern Sohlennerv, nervus plantaris internus (Taf. 15; 5e), und den
   c) äußern Sohlennerven, nervus plantaris externus (Taf. 15; 5a). Dieser spaltet sich wieder
      α) in einen oberflächlichen Ast, ramus superficialis (Taf. 15; 5β), welcher abermals, in externa
         αα) äußern Zweig, ramus externus (Taf. 15; 5γ), und in
         ββ) innern Zweig, ramus internus (Taf. 15; 5δ), theilt, und
      β) in einen tiefen Ast, ramus profundus.

2. Wadenbeinnerv, nervus peroneus, tibialis, auch äußerer Kniekehlennerv, nervus popliteus externus (Taf. 15; 2δ). Dieser folgende Zweige ab:

a) den hintern mittlern Unterschenkelhautnerven oder Hautnerven des Unterschenkels, nervus cutaneus cruris oder suralis medius (Taf. 15; 2ζ);
b) den hintern äußern Unterschenkelnerven, nervus cutaneus cruris externus posterior, auch nervus communicans oder fibularis, genannt (Taf. 15; 2η);
c) den oberflächlichen Wadenbeinnerven, nervus peroneus superficialis (Taf. 15; 4α), welcher den
   α) vordern Hautast, ramus cutaneus anterior nervi peronei superficialis (Taf. 14; 4γ), abgibt, und sich in die beiden Endäste spaltet, den
   β) innern Hautnerven des Fußrückens, nervus cutaneus dorsi pedis (Taf. 14; 4δ), und
   γ) den mittlern Hautnerven des Fußrückens, nervus cutaneus dorsi medius (Taf. 14; 4ε);
d) den tiefen Wadenbeinnerven oder den Schienbeinnerven, nervus peroneus profundus oder tibialis anterior (Taf. 14; 4ζ), derselbe gibt:
   α) einen innern Zweig, ramus internus (Taf. 14; 4ζ'), und
   β) einen äußern Zweig, ramus externus (Taf. 14; 4ζ'') ab, welcher sich mit dem innern Hautnerven des Fußrückens, dem oberflächlichen Wadenbeinnerven verbindet und die Zehennerven des Fußrückens, nervi digitales dorsi pedis (Taf. 14; 4η), zu den einander zugekehrten Seiten der ersten und zweiten Zehe entsendet.

Knochen und Bänder.

Ueber die Knochen (Taf. 14; 1A bis 1F, 2A bis 2F, 3A bis 3F, 4A bis 4F. Taf. 15; 1A bis 1F, 2A bis 2F, 3A bis 3J, 4A bis 4O, 5A bis E), und die Bänder (Taf. 14; 1F, 3G, 4G. Taf. 15; 1L, 3K bis 3O und O', 4E, siehe den Text 4 und 5, S. 49 fg. und 62 fg.

Zoologie.

Bearbeitet

von

Dr. Carl Vogt,

Professor an der Universität in Genf.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3
Kreis der Wirbelthiere 11
Höhere Wirbelthiere 16
Warmblüter.
Klasse der Säugethiere (Tafel 1 bis 11) . . . 16
Unterklasse der Monodelphen 20
Unterklasse der Didelphen 38
Klasse der Vögel (Tafel 12 bis 18) 41
Unterklasse der Nesthocker 47
Unterklasse der Nestflüchter 54
Kaltblüter.
Klasse der Schleicher (Tafel 19 und 20) . . . 60
Unterklasse der Panzerschleicher 65
Unterklasse der Schuppenschleicher 66
Niedere Wirbelthiere 72
Klasse der Lurche (Tafel 21) 72
Klasse der Fische (Tafel 22 bis 24) 79
Unterklasse der Urfische 87
Unterklasse der Knochenfische 93
Klasse der Rundmäuler (Tafel 24) 104
Klasse der Rohrherzen (Tafel 24) 105
Kreis der Gliederthiere 105
Klasse der Insekten (Tafel 25 bis 27, Figur 44) 109
Klasse der Tausendfüße (Tafel 27, Figur 45 bis 49) 149
Klasse der Spinnenthiere (Tafel 27, Figur 50 bis Tafel 28, Figur 7) 150
Klasse der Krustenthiere (Tafel 28, Figur 8 bis Tafel 29, Figur 5) 157
Kreis der Weichthiere 167
Klasse der Kopffüßler oder Kraken (Tafel 30, Figur 23 bis 30) 169
Klasse der Bauchfüßer oder Schnecken (Tafel 30, Figur 31 bis 40 u. Tafel 31, Figur 1 bis 4) 174
Unterklasse der Segelschnecken 177
Unterklasse der Wimperschnecken 182
Klasse der Muschelthiere oder Blattkiemer (Tafel 31, Figur 10 bis 23) 183
Klasse der Armfüßer (Tafel 31, Figur 5 bis 9) 190
Klasse der Manteltheiere (Tafel 31, Figur 24 bis 29) . . . . . [illegible]
Klasse der Moosthiere (Tafel 31, Figur 30 bis 33) . . . . . [illegible]
Kreis der Würmer . . . . . [illegible]
Klasse der Rädertheiere (Tafel 29, Figur 6 bis 11) [illegible]
Klasse der Borstenwürmer (Tafel 29, Figur 12 bis 27) . . . . . [illegible]
Klasse der Sternwürmer (Tafel 29, Figur 32) [illegible]
Klasse der Rundwürmer (Tafel 29, Figur 31, 33 bis 38) . . . . . [illegible]
Klasse der Plattwürmer (Tafel 29, Figur 28 bis 30, 39 bis 42 und Tafel 30, Figur 1 bis 22) . . . . . [illegible]
Unterklasse der Wimperwürmer . . . . . [illegible]
Unterklasse der Napfwürmer . . . . . [illegible]
Kreis und Klasse der Stachelhäuter (Tafel 31, Figur 34 bis 39 und Tafel 32, Figur 1 bis 10) . . . . . [illegible]
Kreis der Darmgefäßler . . . . . [illegible]
Klasse der Rippenquallen (Tafel 32, Figur 13, 20 und 23) . . . . . [illegible]
Klasse der Quallenpolypen (Tafel 32, Figur 21, 22 und Tafel 33, Figur 1 bis 12) . [illegible]
Unterklasse der Armpolypen . . . . . [illegible]
Unterklasse der Quallenpolypen . . . . . [illegible]
Klasse der Korallenthiere (Tafel 32, Figur 11 bis 18) . . . . . [illegible]
Klasse der Schwämme (Tafel 33, Figur 33) . [illegible]
Kreis der Urthiere . . . . . [illegible]
Klasse der Infusionsthierchen (Tafel 33, Figur 13, 14, 16 bis 21) . . . . . [illegible]
Klasse der Wurzelfüßer (Tafel 33, Figur 15, 22 bis 30) . . . . . [illegible]
Unterklasse der Meerqualster . . . . . [illegible]
Unterklasse der eigentlichen Wurzelfüßer [illegible]
Klasse der Moneren (Tafel 33, Figur 31, 33 und 34) . . . . . [illegible]

Einleitung.

lufgabe der **Zoologie** ist die Erforschung
:c.

gt sich hier vor allem, was ist ein Thier?
eantwortung dieser Frage ist leicht, sobald
m höherentwickelte Organismen handelt, un-
sobald wir auf die ersten Anfänge zurück-
d zwar um deswillen, weil beide Arten von
nen, Thiere wie Pflanzen, von einem gemein-
rmelement, der Zelle, ausgehen, welches an
ch ein in sich abgeschlossenes organisches Wesen
das alle Grundfunctionen eines solchen, Er-
Bewegung und Fortpflanzung, besitzt.

bezeichnete die Grundverschiedenheit der drei
it folgenden Sätzen: Die Steine wachsen;
zen wachsen und leben; die Thiere wachsen,
d fühlen. Die Empfindung wurde also von
Unterschied für die Thiere gesetzt. Da wir
Empfindung nur durch die Bewegung er-
und messen können, indem eine nicht von
g gefolgte Empfindung, die andere haben
für uns nicht in die Erscheinung tritt, so
Linné'sche Satz einfach auch so ausgedrückt
Die Thiere wachsen, leben und bewegen sich.
t es aber eine Menge von Keimkörnern
) niederer Pflanzen, welche sich mittels eigener
ngsorgane lebhaft umhertummeln, sodaß man
t für wirkliche Thiere hielt, ehe man wußte,
: später keimten und zu Pflanzen, z. B.
auswachsen; man kann also diese beweglichen
mzellen (Zoosporen) nicht zu den Thieren rechnen,
mit ist auch die Bewegung kein unterscheidender
er mehr. Auch die Contractilität des Zellen-
des Protoplasma, existirt in unzweifelhaften
: wie Thierzellen. Die Aufnahme von Nah-
ffen, besonders festerer Natur, durch specielle
ten (Mund) ist ebenfalls kein unterscheidender
r, da es unzweifelhafte und verhältnißmäßig
nisirte Thiere gibt (z. B. Bandwürmer),
urchaus keine Nahrungsöffnung besitzen und
: die Pflanzen, durch Aufsaugung flüssiger
ernähren. Ebenso wenig ist die chemische Zu-
ehung maßgebend; auch nicht die Function
mung. Im allgemeinen ist es zwar richtig,
Pflanzen Kohlensäure aus der Luft (oder dem
aufnehmen und Sauerstoff dafür abgeben,
die Thiere umgekehrt Sauerstoff aufnehmen
lensäure ausscheiden; aber viele des Blatt-
entbehrende Pflanzen, wie Schimmel und
ne, verhalten sich in dieser Beziehung wie

ge also die Organismen aus einfachen Proto-
rpern, aus Zellen oder aus indifferent bleiben-
lenanhäufungen bestehen, ist eine genauere
g dessen, was dem einen oder andern Reiche
, nicht möglich. Die Scheidung tritt erst in
lerbildung ein, indem bei den Pflanzen die
Zellen ihre Individualität behalten, bei den
dagegen dieselbe mehr oder minder verlieren,
indem selbst ungleichartige Zellen sich miteinander zur Bildung von Organen und Organsystemen verbinden.

Das Gesetz des Fortschritts in der Thierwelt ist die Arbeitstheilung. Die Zelle mit ihrer organischen Inhaltssubstanz und ihrer Wandung, wenn überhaupt eine solche vorhanden, repräsentirt das ganze Leben mit allen seinen Functionen; erst nach und nach scheiden sich dieselben, differenziren und specialisiren sich in bestimmten Organen und Organsystemen und je mehr die Arbeit sich theilt, die Functionen sich in kleinere Specialitäten spalten, desto höher steigt der Gesammtorganismus auf der Stufenleiter der Vervollkommnung.

Es ist kein Zweifel, daß diese Arbeitstheilung auf dem Kampfe um das Leben beruht, durch denselben erzeugt und weiter befördert wird. Der Vortheil, welchen die Specialisirung einer bestimmten Function bringt, ist zugleich die Bedingung zur Erhaltung der Arbeitstheilung und zu ihrer Weiterbildung.

Da alle Thiere sich in ihrer Eigenart fortpflanzen, so ist die Vererbung das conservative Element, welches die Errungenschaften der Aeltern den Nachkommen überträgt. Die Nachkommen sind den Aeltern ähnlich, aber nicht gleich, da schon das Zusammenwirken zweier Individuen (in den meisten Fällen) eine Mischung der Eigenschaften der Erzeuger in den Nachkommen, also eine Ungleichheit bedingt. Diese kann, wenn sie den Nachkommen im Kampfe um das Leben vortheilhaft ist, stets weiter und weiter im Laufe der Generationen ausgebildet werden, sodaß schließlich ungemein große Unähnlichkeiten mit den ursprünglichen Erzeugern hergestellt werden.

Indem also die Thierwelt durch die verschiedenen Perioden der Erdgeschichte sich aufbaute, wurde zugleich die Erscheinungsweise ihrer Repräsentanten, der einzelnen Individuen, nach und nach verändert, und jeder thierische Organismus stellt sich demnach als das Resultat zweier, einander bekämpfenden Richtungen dar: der Erhaltung der ursprünglichen Eigenthümlichkeit durch die Vererbung, der Veränderung dieser Charaktere durch die Anpassung, d. h. durch den Kampf um das Leben mit der Umgebung.

Es ist klar, daß je nach dem Verweilen in denselben, nicht wechselnden Verhältnissen, oder im Gegentheil durch die Veränderung der Bedingungen des Lebenskampfes (durch Wanderungen, Auftreten neuer Concurrenten, Veränderungen der Erdoberfläche u. s. w.) bald die eine, bald die andere Richtung mehr die Oberhand gewinnen kann.

Bei der unendlichen Mannichfaltigkeit von Thieren, die sich in allen Zonen und Höhen, im Wasser, auf und in der Erde befinden, war es von jeher Bedürfniß, die ähnlichen zusammenzustellen, die unähnlichen voneinanderzuhalten. So wurde allmählich das System gebildet. Anfangs hielt man sich nur an äußere Charaktere: Größe, Farbe, Aehnlichkeit der äußern Form u. s. w. Man sichtete schärfer und schärfer, und zog auch den innern Bau in Betracht. Auch dieser genügte nicht mehr; es galt zu erforschen, wie dieser innere Bau geworden sei, und zu diesem

Zwecke die Geschichte zu studiren; einestheils die Familiengeschichte, wenn ich mich so ausdrücken soll, den Stammbaum, andererseits die Geschichte eines jeden Individuums, wie sie sich bei dessen Entstehung aus dem Ei darstellt. Bei der Häufung des Stoffs hat man diese einzelnen Forschungsmethoden, die sich zu einem Ganzen einigen sollen, in verschiedene Wissenschaftszweige zerlegt. Die Zoologie begnügt sich nicht mehr mit jenen Kenntnissen, welche die systematische Zoologie bilden, sie bleibt nicht mehr bei Haaren und Zähnen, Klauen und Federn, Beinen und Flügeln stehen, zufrieden, Kennzeichen entdeckt zu haben, welche die Einreihung in das System möglich machen; sie verlangt von der vergleichenden Anatomie die Zerlegung des Thierleibes, die Kenntniß der einzelnen Organe und ihrer feinern Structur; von der vergleichenden Physiologie die Ergründung der Functionen, welche diese Organe ausüben, und der Art und Weise, wie diese verschiedenen Functionen in einem Ganzen zu der Erhaltung des Lebens zusammenwirken; sie will durch die vergleichende Entwickelungsgeschichte erfahren, welche Reihen von Umwandlungen jedes Thier durchlaufen muß, welche verschiedene Formen es nacheinander annimmt, bis es das Ziel seines Lebens erreicht hat; die Paläontologie oder Versteinerungskunde endlich soll ebenfalls ihren Tribut bringen, indem sie aus den versteinerten Resten ausgestorbener Thiergeschlechter die Gestalten zusammensetzt, welche früher die Oberfläche der Erde bevölkerten. Wenn so die Zoologie nach allen Richtungen hin die einzelnen Theile ihres Gebietes kennen gelernt hat, so fragt sie nach den Gesetzen, welche die Vertheilung der thierischen Organismen über die ganze Erde regeln; sie sucht die Wohnbezirke zu umgrenzen, welche jeder einzelnen Art eigenthümlich sind, und erfährt durch die zoologische Geographie, welche Bedingungen des Klimas, des Bodens u. s. w. erfüllt werden müssen, um dieser oder jener Art das Leben möglich zu machen.

Gehen wir kurz auf den allmählichen Aufbau der einzelnen Organe und Organsysteme ein, die den Thierleib zusammensetzen.

Eine äußere Haut fehlt den niedersten Organismen. Sie bestehen nur aus Sarkode oder Protoplasma, aus mehr oder minder körniger, organischer Substanz, welche keinerlei Begrenzung zeigt, sich trennen und verschmelzen kann. Erst allmählich gewinnt die äußerste Lage dieser Sarkode mehr Festigkeit, wird bei den Zellen Zellenmembran und sondert auch äußere Hartgebilde, aus Horn, Kalk oder Kiesel bestehend, ab. Sobald einmal eine Differenzirung der äußern Schicht als Hautschicht gegeben ist, so ist diese das gemeinschaftliche Organ für vegetative und animale Functionen. Sie nimmt Stoffe auf und gibt andere ab; sie vermittelt Empfindung und Bewegung. Die niedern Thiere tasten mit jedem Punkte ihrer Oberfläche, und jede Stelle derselben dient zugleich als Bewegungsorgan. Nach und nach aber treten besondere Tastorgane hervor, die an einzelnen Stellen nur besonders ausgebildet sind, während die übrige Hautoberfläche, mehr und mehr differenzirt, sich zum Schutzorgan des ganzen Körpers und zum Stützpunkt der Bewegung ausbildet. Dort entstehen Anhäufungen anorganischer Massen, die in mehr oder minder engem Zusammenhange mit dem Hautgewebe stehen und schützende Röhren, Schalen, Schilder, Schuppen und Panzer bilden. In den niedern Stufen, wie bei den Korallen, den Polypen und den Schalen der Weichthiere zeigen diese anorganischen Schutzbildungen im Innern ihrer Massen mehr oder minder krystallinische Structur, während da, wo sie als Knochen-, Zahn- oder [illegible] substanz auftreten, eine organische Masse ihre [illegible] grundlage bildet. Anderwärts sind es feste organ[illegible] Bildungen, aus Holzfaser, Chitin oder Horn[illegible] gewebt, welche der äußern Haut ihre Festigkeit [illegible] leihen und sie fast unzerstörbar für schwächere [illegible] Agentien machen. Eigenthümliche Angriffsorgane, [illegible] weise auch zur activen Vertheidigung bestimmt, [illegible] wickeln sich in Gestalt von Stacheln, Haken, [illegible] bläschen u. s. w., kurz eine Mannichfaltigkeit [illegible] äußern Bildungen tritt auf, welche besonders [illegible] beschreibenden Zoologie mit großer Ausführlich[illegible] den Bereich ihrer Betrachtungen gezogen werden. Die größere oder geringere Härte, welche die [illegible] an vielen Stellen besitzt, befähigt sie, passiven [illegible] wegungsorgan zu werden, indem die activ bewegten Theile, die Muskeln, sich an ihrer innern Fläche [illegible] setzen und so feste Stützpunkte für ihre Wirkung [illegible] finden. Wenn die Hautoberfläche noch wie bei [illegible] höhern Thieren mehrern Functionen zugleich [illegible] wie der Absonderung, dem Tastgefühl, dem [illegible] gegen äußere Einflüsse, so sind diese stets [illegible] schiedene streng individualisirte Theile des Hautorganes gebunden.

Anfangs nimmt die Sarkode feste Stoffe an [illegible] Punkte ihrer Oberfläche auf. Sie schmilzt sich [illegible] maßen um diese aufzunehmenden Stoffe herum, [illegible] nachdem dieselben in das Innere gelangt und [illegible] zersetzt sind, wird der Ueberrest an irgendeiner [illegible] wieder auf die Weise ausgeworfen, daß die [illegible] sich von dem eingeschmolzenen Stoffe zurückziehen. [illegible] bald eine festere Hautschicht gebildet ist, können [illegible] dieselbe auch nur flüssige oder gasförmige Stoffe [illegible] getauscht werden. Auch hier kann es vorkommen, [illegible] dieser Austausch genügt, aber nur in [illegible] Verhältnissen, wenn die Thiere, wie z. B. [illegible] geweidewürmer, in solchen Flüssigkeiten leben, [illegible] die zur Erhaltung ihres Körpers nöthigen Stoffe [illegible] Auflösung enthalten. Wo dies nicht der Fall [illegible] wird durch Einstülpung der äußern Haut nach [illegible] anfangs eine Vertiefung oder ein Blindsack, und [illegible] eine im Innern des Thiers gelegene Höhle [illegible] welche zur Bearbeitung und Aufnahme der Nahrungsstoffe dient.

Die Verdauungsorgane zeigen in ihrem [illegible] nach höherer Ausbildung eine unendliche Mannichfaltigkeit der Form; zuerst nur ein vorderer Eingang, [illegible] Mund, mit einem kurzen röhrenförmigen Schlauch, aus dessen hinterem unbestimmten Ende die aufgenommenen Nahrungsmittel in das weiche Gewebe des Körpers hineingedrückt werden; dann ein geschlossener Schlauch, der die unverdauten Reste der Nahrungsmittel, Koth, durch dieselbe Oeffnung auswirft, durch welche die Nahrungsstoffe aufgenommen werden; endlich mehr oder minder gewundenes Rohr, welches zwei Oeffnungen, Mund und After, nach außen [illegible] und wesentliche Complicationen in seinen einzelnen Theilen darbietet. Wenn die Wandungen dieses Rohres, welche mit den aufgenommenen Nahrungsmitteln in Berührung kommen, anfangs der äußern Haut analog gebaut und nur als eine Einstülpung derselben nach innen zu betrachten sind, so entwickeln sich später zur Bewältigung und Auflösung der geführten Nahrungsmittel eine Menge von verschiedenen Apparaten, welche die mannichfaltigste Structur besitzen. Absonderungsorgane, Drüsen aller Art, [illegible] bald sauere, bald alkalische Stoffe in die Darmhöhle ergießen, treten an verschiedenen Stellen auf, [illegible] entwickeln sich auf diese Weise die Leber, die [illegible] schiedenen Speicheldrüsen, die mannichfachen [illegible]

Absonderungsorgane, welche theils in den dungen selbst, theils in ihrer Nähe sich aus- Die Umsetzung der so verschiedenartig ge- und chemisch so mannichfaltig zusammen- Organe erzeugt Auswurfsstoffe, welche durch Drüsen abgesondert werden, die zum Theil, arnorgane, anfänglich in Beziehung zu mklanale stehen, dann aber sich von ihm nd selbständig werden.

erhältnisse des Darmrohres zu dem Körper außerordentlicher Wichtigkeit. In den meisten dasselbe in sich abgeschlossen und frei in le des Körpers, der Leibeshöhle, aufgehängt; en niedern Typen ist es gewissermaßen nur besondern Geweben ausgekleidete Ausbohrung n Körpermasse, des Parenchyms; in manchen zt es sich direct in Kanäle fort, welche die stanz durchziehen und die verdauten Sub- enselben zuführen.

Thier ist auf Ernährung angewiesen. Zwar ole längere Zeit hindurch ohne Aufnahme von fortexistiren, und dies um so eher, je niedern e angehören; aber dennoch bleibt es ein all- Gesetz, daß der thierische Organismus zu eht, wenn ihm nicht von Zeit zu Zeit Stoff n zur Erhaltung zugeführt wird; das materielle t besteht wesentlich in Verbrauch von Stoff, die verschiedenen Absonderungsorgane aus er ausgeschieden wird. Die Zufuhr, welche brauchten Stoff ersetzen soll, muß demnach tanzen enthalten, welche den Körper selbst setzen. Die Ernährung des thierischen Kör- Ersatz der unbrauchbar gewordenen Theile verarbeiteten Nährstoff ist mithin nur dann wenn derselbe in dem ganzen Körper überall n, nach allen Organen hin vertheilt werden diesem Zwecke entwickelt sich allmählich im Organismus der Kreislauf der allgemeinen gsflüssigkeit, des Blutes. Bei den niedrigsten er Thierwelt durchdringen die von der Außen- er von der Darmhaut aufgesogenen Stoffe schwammige Grundsubstanz, aus welcher der esteht. Bald genügt die einfache Imbibition de nicht mehr; ein contractiler blasenförmiger rd hergestellt, durch dessen Zusammenziehung meine Ernährungsflüssigkeit in eine gewisse versetzt wird. Der contractile Raum bildet inem eigenen Schlauche, dessen muskulöse en rhythmische Zusammenziehungen ausführen, che die allgemeine Ernährungsflüssigkeit in chwunge durch den Körper erhalten wird. iedern Stufen ergießt sich das Blut, ohne ere Wandungen eingeschlossen zu sein, ohne bestimmte Richtung zu haben, schrankenlos Zwischenräume der Gewebe und Organe, ieselben überall und durchdringt die Körper- Bei den höhern Thieren kreist das Blut anfangs unvollständig, später vollkommen en Systeme von Röhren, die man Gefäße Die Wechselwirkung mit dem Gewebe der ein- rgane wird durch die äußerst zarten Wan- er feinsten Endigungen dieser Gefäße, durch der Haargefäße bewerkstelligt, während die des Blutstroms, die bei den niedern Thieren timmt ist, oft selbst periodisch wechselt, bei n durch äußerst sinnreiche mechanische Klappen- ngen in der Bewegungsmaschine des Herzens irt wird. Auf diese Weise wird im Körper e Flüssigkeit gebildet, das Blut, in welches ffe eingeführt werden, die von außen her ge- nommen oder durch den Umsatz der Körperorgane abgeschieden werden. Der stete Umschwung dieses Blutes durch die aufnehmenden Organe einerseits, durch die absondernden andererseits, die Durchdringung aller Theile mittels dieser Flüssigkeit vermittelt Ausscheidung und Aufnahme, und es ist somit das Blut gewissermaßen der aufgelöste Organismus, der seine eigene Zukunft (die aufgenommenen Nahrungsstoffe) und seine Vergangenheit (die verbrauchten Stoffe der Organe) in sich enthält.

Mit der Function des Kreislaufs steht in genauester Verbindung diejenige der Athmung. Ein tiefer, wenn auch nicht ganz durchgreifender Unterschied besteht in dem Verhalten der beiden organischen Reiche, des Pflanzenreichs und des Thierreichs zu der atmosphärischen Luft. Das Thier verbraucht den Sauerstoff derselben und haucht an seiner Statt Kohlensäure aus; die Pflanze im Gegentheil saugt Kohlensäure aus der Atmosphäre auf und scheidet Sauerstoff aus. Häufig bestehen gar keine besondern Athmungsorgane, jede Fläche des Thierkörpers, welche mit dem umgebenden Medium in Berührung kommt, betheiligt sich an dem Austausche der Gase; die äußere Haut, der Darm, die durch Spalten nach außen geöffnete Leibeshöhle u. s. w., und selbst in vielen Fällen, wo schon besondere Athemorgane bestehen, nehmen die erwähnten Flächen an der Function theil. Die beiden Medien, in welchen Thiere leben, Luft und Wasser, bedingen auch verschiedene Formen der Athemorgane, obgleich die Gase, welchen sie zugewendet sind, in beiden dieselben sind, nur mit dem Unterschiede, daß die Gasarten, Sauerstoff und Kohlensäure, um die es sich handelt, im Wasser aufgelöst sind. Bedingungen der Athmung, die um so straffer sind, je intensiver dieselbe selbst auftritt, sind Vergrößerung der zugänglichen Oberfläche einerseits und steter Wechsel des umgebenden Mediums andererseits. Erstere wird durch Bildung von Fortsätzen oder Einstülpungen, letztere durch Herstellung besonderer Bewegungsorgane (Strudelorgane, Blasebälge u. s. w.) erfüllt. Die Natur des Mediums bedingt aber verschiedene Organe: für die Wasserathmung Kiemen, d. h. mehr oder minder complicirte und verästelte Fortsätze und Ausstülpungen, in deren Innerm das Blut circulirt, während sie von außen vom Wasser umspült werden, oder Wassergefäße, welche sich im Körper verzweigen, meist in die Leibeshöhle münden und dieser Wasser zuführen. Die für die Luftathmung bestimmten Organe sind entweder Tracheen, welche sich als Röhren im Körper vertheilen, die von außen durch besondere Oeffnungen (Stigmen) aufgenommene Luft überall hinbringen und den Austausch dadurch vermitteln, daß sie vom Blute umspült werden, oder Lungen, nach innen eingestülpte, mehr oder minder verzweigte und zellige Stöcke, in deren Zellen die Luft von außen eindringt und von dem in den Wandungen des Organs circulirenden Blute umspült wird. Durch ihre Zuführungsröhren (Kehlkopf, Luftröhre und Bronchien) werden zuletzt Stimmorgane gebildet, in welchen die durchströmende Luft Vibrationen besonderer elastischer Häute (Stimmbänder) und dadurch den Ton erzeugt.

Die Absonderung und Ausscheidung unbrauchbarer Stoffe werden nothwendig durch die Ernährung und Athmung bedingt. Anfangs nicht localisirt, wird diese Function es allmählich in Organen, die wir Drüsen nennen und die von einer einfachen Einstülpung einer Oberfläche, möge sich dieselbe nun innen oder außen finden, zu Blindsäcken, verzweigten Röhren und endlich sehr verwickelten Structurverhältnissen sich erheben, bei welchen indessen immer als Princip gilt,

daß aus den Körperbestandtheilen, besonders aus den Flüssigkeiten, Stoffe abgeschieden werden, welche bei den höher organisirten, zusammengesetzten Drüsen durch Ausführungsgänge und Kanäle fortgeführt werden. In vielen Fällen dienen diese Secrete wieder bestimmten Zwecken in der Oekonomie des Körpers, bei allen in innern Höhlungen des Körpers mündenden Drüsen sowol (die Galle der Leber, der Bauchspeichel, der Mundspeichel u. s. w.), als auch bei vielen nach außen ergossenen Absonderungen, wie Hautschmiere, Thränen u. s. w. Nur wenige Drüsen sind, wie die Nieren, nur Organe zur Abscheidung von Auswurfsstoffen; bei den meisten ist die Function nicht geschieden und wird das Secret theilweise wieder verbraucht, theilweise entleert. Nicht minder ist auch die Function der Absonderung in ihren Anfängen noch nicht vollkommen differenzirt, sodaß z. B. die Drüsen nebenbei zu andern Zwecken dienen können. Die Auswurfsstoffe selbst können flüssig oder mehr fest sein und Concretionen bilden; ersteres ist der häufigere Fall. Die Mannichfaltigkeit der einzelnen Ausbildungen ist ungemein groß und die physiologische Bedeutung der meisten Drüsensecrete durchaus noch nicht so ermittelt, wie es wünschbar wäre. Zugleich darf nicht vergessen werden, daß auf der Function der Absonderung als solcher, welche stets durch Zellen bewirkt wird, die geschlechtliche Fortpflanzung beruht.

Wenn die in den genannten Richtungen zur Vollbringung bestimmter, allmählich erst sich differenzirender Functionen aufgebauten Organe genügen, den Thierleib zu erhalten und zu ernähren, wodurch diese Functionen, nicht aber die Organe, sich denjenigen gleichstellen, die auch der Pflanze zukommen und deshalb als vegetative Organe und Functionen bezeichnet werden, so gehört auf der andern Seite dem Thiere speciell alles an, was auf die Uebermittelung und Verarbeitung von Sinneseindrücken sowie auf die Reaction auf dieselben durch Bewegung sich bezieht. Aber auch hier tritt uns das Gesetz der allmählichen Arbeitstheilung und Differenzirung in ausgeprägter Weise entgegen. Sinnesempfindungen, wenn auch der dunkelsten Art, müssen selbst der indifferenten Sarkode zukommen; wir können dies aus den entsprechenden Bewegungen entnehmen, welche die niedersten Organismen, bei Widerstand anderer Körper z. B. ausführen. Daß dann die ganze, als Haut ausgeschiedene Oberflächenschicht Sinnesorgan, und zwar vorzugsweise Tastorgan wird, ergibt sich ebenso aus der Beobachtung, wie auch daß andere Sinnesempfindungen stattfinden müssen, auch ohne daß betreffende Organe entwickelt sind. So sehen wir Organismen, die absolut keine Spur von Sehorganen besitzen, sich dem Lichte zu- oder abwenden. Es gehen also alle differenzirten Sinnesorgane aus dem ursprünglich indifferenten Boden einer allgemeinen Empfindung hervor, und es ist wahrscheinlich, daß es manche Organe gibt, in welchen die verschiedenen Sinne, die wir als vollkommen unabhängig erkennen, noch miteinander verschmolzen sind, wie es andererseits bei Thieren Sinnesorgane geben mag, deren Function wir nicht enträthseln können, da wir keine analogen Organe und Functionen besitzen. Wie dem auch sei, die Sinnesorgane differenziren sich erst allmählich aus der Körpermasse hervor, und lassen auch deutliche Spuren allmählicher Ausbildung erkennen. Zuerst tritt in einfacher Blasenform, mit einem in diesem Säckchen eingeschlossenen krystallinischen Kerne, das Gehörorgan in die Erscheinung. Tief im Innern des Körpers verborgen und oft unmittelbar dem Centralnervensystem aufgesetzt, wurde diese primitive Form des Ohrs erst neuerdings durch das Mi[illegible] entdeckt. Nach und nach hebt es sich an die [illegible]fläche empor, um die Schallwellen direct zu empf[illegible] die es vorher nur durch Vermittelung der Körper erhielt. Die hinzutretenden Theile erhalten das [illegible]gewicht über das ursprüngliche Ohrbläschen, [illegible] der höchsten Stufe der Ausbildung zeigt sich ein[illegible]liches äußeres Ohr, welches mit einem wu[illegible] complicirten innern Organe in Zusammenhan[illegible] In ähnlicher Weise verhält sich das Auge, [illegible]chem zugleich jenes Gesetz in den Vordergru[illegible] nach welchem die vielfachen Wiederholungen ei[illegible] desselben Organs mit denselben Functionen ei[illegible] niederer Ausbildung verrathen, während die ei[illegible] Bildung eines zur speciellen Function bestimm[illegible]gans, das in einfacher Zahl vorhanden ist, di[illegible] Bildungsstufe andeutet. So sind im Anfa[illegible] äußern Hüllen für das Auge in ihrer Beschaf[illegible] nicht verschieden von der allgemeinen Körperhü[illegible] eine gewisse Durchsichtigkeit besitzt; später diffe[illegible] sie sich mehr als durchsichtige Augenhäute; a[illegible] auf höhern Stufen werden eigenthümliche [illegible]organe, Lider, für das Sehorgan nach und na[illegible] gebildet. In den ersten Rudimenten der Augen [illegible] nur ein farbiger Pigmentfleck, zu dem später [illegible]pfindender Nervenfaden, der Sehnerv, tritt. [illegible] bilden sich besondere Endorgane, Sehstäbchen, [illegible] lichtbrechend und empfindend zugleich sind, dann [illegible] ein lichtbrechender Körper, die Linse, während [illegible] und nach noch mehrere Organe gleicher Art, [illegible]körper, Augenflüssigkeit, hinzutreten. Ebenso [illegible]ziren sich nur nach und nach als selbständige [illegible] diejenigen Bildungen, welche das Seitenli[illegible]halten, die Schärfe und Genauigkeit des [illegible] erhöhen haben, und wozu namentlich die [illegible] Augenhäute und die in Art eines Schirms be[illegible] Regenbogenhaut gehören. Anfangs ist das Se[illegible] unbeweglich in die Körpersubstanz eingefügt; [illegible] wird es, selbst unbeweglich, von beweglichen [illegible]theilen getragen; auf der höchsten Stufe endli[illegible] das Organ willkürlich beweglich und kann na[illegible]lieben selbständig auf den zu betrachtenden Gegen[illegible] gelenkt werden. Nur sehr spät treten besonde[illegible]gane für diejenigen Empfindungen, welche [illegible] Geruch und Geschmack bezeichnen, hervor, [illegible] Zunge ist anfangs namentlich oft Tastorga[illegible]greifungsorgan und Geschmacksorgan zugleich.

Empfindungen und Bewegungen hängen von [illegible] Nervensystem ab, welches in ausgebildete[illegible] aus Zellen besteht, von denen eigenthümlich [illegible] Fasern und Faserstränge, die Nerven, ausgehen. Bei den niedersten Thieren hat auch die [illegible] Untersuchung keine Sonderung, weder ein Ce[illegible]organ, noch peripherische Nerven entdecken lass[illegible] später begegnet man einzelnen Knoten (Ganglien), [illegible] sich nach bestimmten Regeln ordnen zu wollen [illegible] und miteinander durch Commissuren oder Verbindu[illegible]stränge in Zusammenhang treten. Bei den [illegible]gebauten Thieren wiederholen sich die einzelnen [illegible]scheidbaren Theile so oft, als Körperstrahlen vorh[illegible] sind, die ein Ganzes vorstellen; bei uniform[illegible] und symmetrisch gebauten Thieren existirt nur [illegible] einziges oder zwei nebeneinandergerückte Gang[illegible] bei den meisten Wirbellosen wird ein förmlicher Sch[illegible]ring gebildet, indem besonders diejenigen Gang[illegible] welche die Sinnesorgane des Kopfes versorgen, [illegible] dem Schlunde, diejenigen welche zu den Mundw[illegible] u. s. w. Fäden senden, unter dem Schlunde sich [illegible] einfach, bald mehrfach entwickeln und durch [illegible] Commissuren sich zu einem förmlichen Ringe verbin[illegible]

nglien sind im allgemeinen um so bedeutender, die Organe ausgebildet sind, zu welchen sich ihnen ausstrahlenden Nerven begeben; bei Augen finden sich große Sehganglien, bei ntwickeltem Fuße, der Mollusken z. B., ein hend großes Ganglion. Der Schlundring irt sich mehr und mehr, sodaß bei den Mollusken z. B. ein ringförmiges, in einer masse eingeschlossenes Centralorgan existirt, das ehirn nennen kann, ohne dabei an eine Ver- ig mit dem Gehirn der Wirbelthiere denken zu

der Quergliederung des Körpers, der Bildung enannten Metameren oder gleichwerthigen hinter- rliegenden Körperabschnitten, welche bei vielen vürmern z. B. in so hohem Grade aus- ist, bildet sich auch für jeden Körperring ein lorgan, aus einem oder zwei symmetrischen en bestehend, aus, die durch parallele Längs- iteinander verbunden sind und in ihrer Gesammt- is Bauchmark bilden, welches stets mit dem Ganglion des Schlundringes in Verbindung Sobald sich, wie bei den Gliederthieren, einzelne egionen durch Verschmelzung von Metameren so folgt auch das Bauchmark dieser Tendenz, es bis zu einem einzigen, ursprünglich aus knoten verschmolzenen Ganglion sich concentriren

den Wirbelthieren endlich wird das Central- nsofern concentrirter, als sich keine Zusammen- aus Ganglien und Verbindungssträngen mehr isch nachweisen läßt, sondern nur eine Nerven- die freilich aus Fasern und an besondern gehäuften Nervenzellen zusammengesetzt ist und lcher unter allen Umständen paarige Nerven- abgehen, welche am Rumpfe wenigstens ur- ich den Wirbeln entsprechen. Zugleich tritt onderung des im Kopfe gelegenen Theils des s von dem im Rückenkanale liegenden ver- en Rückenmark ein; ersteres vorzugsweise den letzteres den Körper versehend; ersteres stets ind mehr zum ausschließlichen Denkorgane sich end. Das Gehirn complicirt sich vorzugsweise und mehr durch Abgrenzung einzelner Theile amm, Großhirn, Vierhügel, Kleinhirn u. s. w.), endlich im Menschen die höchste Stufe seiner ung erreicht und auch an Masse vorwiegt. ser Ausbildung des Centralnervensystems hält iejenige der physischen Eigenschaften gleichen

den niedern Thieren versehen die Centralorgane äßig alle Theile des Körpers, später bildet sich sonderes Eingeweidenervensystem heraus, das stets mit dem Centralorgane zusammenhängt, ch eigenthümliche Modificationen in Bau und n erkennen läßt.

der Anregung durch das Nervensystem hängt, dasselbe einmal differenzirt ist, die Bewegung ursprünglich ist die ganze den Körper bildende e contractil, später concentrirt sich diese Eigen- auf bestimmte Theile, auf Faserzüge, und endlich n höchsten Thieren auf ein bestimmtes Gewebe, Muskelgewebe. Die Fasern desselben treten zu ern Massen zusammen, den Muskeln, deren nung den zu leistenden Bewegungen und der der zu bewegenden Theile oder Hebel entspricht. n niedern Thieren sind die Muskelmassen mehr ainder innig mit der äußern Haut verschmolzen ilden einen Hautmuskelschlauch, während sie bei rthropoden an der starren Haut die Hebel finden, welche sie bewegen sollen, in deren Innerm sie sich also befinden; bei den Wirbelthieren im Gegentheil sind sie an den Außenseiten der starren Hebel angebracht.

Die bisher betrachteten Organe und Functionen beziehen sich nur auf die Erhaltung des Individuums. Zu dem thierischen Leben gehört indeß nothwendigerweise noch eine zweite Bedingung, die Erhaltung der Art durch Fortpflanzung des Einzelwesens, und somit die Erhaltung der ganzen thierischen Schöpfung in ihrer Gesammtheit während des Laufs der Zeiten. Jedem thierischen Organismus ist nur eine gewisse Zeit der Existenz angewiesen; der Tod ist ein allgemeines Gesetz für alle, während die Fortdauer in der Art durch Erzeugung von Nachkommenschaft ebenso ein allgemeines Gesetz zu sein scheint. Auch für diese so äußerst wichtige Function begegnen wir dem allgemeinen Gesetze der Differenzirung. In mannichfach wechselnder Weise tritt uns zuerst die geschlechtslose Zeugung der Nachkommenschaft entgegen. Die organische Grundsubstanz, welche den Körper bildet, ist, wie wir schon oben erwähnten, befähigt, durch Theilung, durch Knospen, durch Sprossen, kurz in sehr mannichfach verschiedener Weise sich und damit die Art zu vervielfältigen. Nur langsam, fast wie im Kampfe, weicht diese geschlechtslose Zeugung zurück vor der Thätigkeit besonderer Organe, welche sich in dem Körper entwickeln. Die Producte dieser Fortpflanzungsorgane sind es, welche zur Erzeugung neuer Wesen nothwendig sind. Zwei Gegensätze, das männliche und weibliche Geschlecht, treten hervor. Anfangs noch auf denselben Individuen vereinigt, trennen sie sich bei den ausgebildeten Thieren, bei welchen dann jedes Individuum einem bestimmten Geschlechte angehört. Die Vereinigung beider Geschlechter, die Vereinigung der Producte der beiderseitigen Fortpflanzungsorgane, des Eies und des Samens, ist nun nöthig zur Bildung des werdenden Geschöpfes. Anfangs unterscheiden sich die Geschlechter nur durch den Inhalt der Organe, nicht durch die Form derselben; später zeigen die Geschlechtsorgane Verschiedenheit der äußern Bildung, ohne daß die Individuen durch andere Kennzeichen ihr Geschlecht verriethen; endlich drückt die Geschlechtsverschiedenheit der ganzen Organisation ihren Stempel so tief auf, daß schon in dem Aeußern diese Verschiedenheit erkannt werden kann, und oft so bedeutend wird, daß die Individuen derselben Art, aber verschiedenen Geschlechts, nicht nur in ganz verschiedene Klassen, sondern sogar in verschiedene Organisationstypen eingereiht wurden.

Ob Thiere entstehen können, ohne von Aeltern gezeugt zu sein, ist eine Frage, mit der wir uns hier nicht zu beschäftigen haben, da noch kein thierisches Wesen mit Sicherheit beobachtet worden ist, welches nicht von Aeltern abstammte. Die verschiedenen Arten von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Zeugung und die Combination beider bei vielen Thieren ist aber in mehrfacher Beziehung wichtig. Zuerst in Bezug auf das Individuum. Da das Ei nichts anderes als eine Zelle mit allen ihr zukommenden Bestandtheilen, Protoplasma-Inhalt (Dotter), Zellhaut (Dotterhaut), Kern (Keimbläschen) und Kernkörperchen (Keimfleck) ist und alle der Zelle zukommenden Functionen besitzt, also einen selbständigen Organismus, ein Individuum darstellt, so wird auch bei weiterer Entwickelung dasselbe ein Individuum werden und bleiben. Nicht so verhält es sich bei der ungeschlechtlichen Zeugung, wo auch ein nicht individualisirter Theil des Körpers, ein Stück Sarkode oder ein Zellencomplex, sich zu einem neuen Wesen umgestalten kann. Hier ist nicht, wie bei der

Ei- und Keimbildung, die Individualisirung von Anfang an ausgesprochen und das Ei oder der Keim ein selbständiges Ding, und es wird daher einestheils die Trennung des Jungen von dem mütterlichen Organismus oft erst spät, oft gar nicht erfolgen oder das Junge selbst niemals die Dignität eines selbständigen Individuums mit Beibehaltung aller Functionen desselben erhalten.

Dies ist namentlich bei der Knospenbildung der Fall, die sich nur dadurch von der Theilung unterscheidet, daß bei dieser das ganze Thier in Mitleidenschaft gezogen wird, während bei der Knospen- oder Sprossenbildung nur ein Theil, sei es die äußere Oberfläche, sei es ein bestimmtes Organ (Keimstock, Stolon), die Jungen erzeugt. Hierbei beobachtet man, daß die Knospen oder Sprossen häufig sich niemals von dem Mutterthiere loslösen, sondern das ganze Leben hindurch mit demselben in organischem Zusammenhange bleiben, wodurch Thierstöcke (Colonien, Cormen) gebildet werden. Je nachdem die bleibenden Knospen sich regellos oder an bestimmten Stellen bilden, werden diese Thierstöcke auch bestimmte Formen annehmen.

Nicht immer aber werden diese Knospen vollständige, mit allen nöthigen Organen zur Erhaltung und Fortpflanzung ausgerüstete Individuen, sondern sie bilden sich zu unvollständigen Wesen aus, die wie bestimmte Organe zu bestimmten Functionen differenzirt sind, aber eine so hohe Ausbildung gewinnen, daß man sagen kann, das Organ sei ein Individuum geworden. Man hat diese Erscheinung den Polymorphismus genannt und kennt in der That Thierstöcke, die aus Ernährungs-, Bewegungs- und Geschlechtsindividuen zusammengesetzt sind, welche alle zwar von einem gemeinschaftlichen Stocke abhängen, aber dennoch ein mehr oder minder individuelles, selbständiges Leben führen. Die Arbeitstheilung ist hier bis auf den höchsten Punkt gedieben, auf welchen sie bei einem Thierstocke gedeihen kann. Es darf indessen dieser Fall nicht mit demjenigen verwechselt werden, wo in einer Gesellschaft von getrennten Individuen durch besondere Verhältnisse eine gesellschaftliche, und zwar nothwendig durch die Organisation bedingte Arbeitstheilung eingetreten ist. Polymorphe Thierstöcke sind z. B. die Schwimmpolypen; Gesellschaften mit verschieden gearteten Individuen, denen verschiedene Functionen in der Gesellschaft auferlegt sind, die der Bienen, Ameisen u. s. w.

In den häufigsten Fällen sind geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung in der Art miteinander combinirt, daß sie entweder unmittelbar, oder nach längern Generationsfolgen miteinander abwechseln. Man hat diese Erscheinung den Generationswechsel, und diejenigen Formen, welche die Jungen durch Knospung erzeugen, Ammen genannt. Ein Beispiel möge den einfachen, ich möchte sagen, normalen Fall erläutern. Die Salpen sind Mantelthiere (Tunicaten), welche frei im Meere schwimmen. Jede Salpenart hat eine Einzelform A, ein einzelnes Thier, das an einem bestimmten Orte, in der Nähe des Herzens, einen Keimstod (Stolon) trägt. Auf diesem Stolon entwickeln sich Knospen, die allmählich zu Individuen (B) auswachsen, welche in Ketten zusammenhängen und eine von dem Einzelindividuum verschiedene, und zwar so sehr verschiedene Form haben, daß man sie früher, ehe man das Gesetz des Generationswechsels kannte, für eigene Arten hielt. Jedes dieser Kettenthiere erzeugt ein Ei, welches nach der Ausbildung und Ablösung ein Einzelthier ist, welches wieder einen Stolon bekommt und durch Knospung Kettenthiere erzeugt. Es ist also A ähnlich C; B ähnlich D und so fort.

Es genügt hier darauf aufmerksam zu machen, dies die einfachste Combination der geschlechtlichen mit der ungeschlechtlichen Zeugung ist, daß aber mannichfachsten Aenderungen dadurch stattfinden können, daß vielfache ungeschlechtliche Generationen eingeschoben werden können; daß diese wieder vielfache Knospen erzeugen können; daß diese Knospung bald äußerlich, bald innerlich stattfinden kann; daß die Knospen oder Keime, also sehr früh abgetrennte, mehr individuelle Sprossenbildungen ersetzt und dann schließlich eine Eibildung nicht mehr unterschieden werden können. Wenn der Keim eine Zelle mit allem Zubehör ist, wenn die Stätte, wo er entsteht, ein besonderes Organ ist, so läßt sich der Keim nicht von einem das Organ nicht von einem Eierstocke unterscheiden. Die Erscheinungen fließen dann um so mehr zusammen als in der That bei vielen und selbst hoch organisirten Thieren eine Art der Fortpflanzung existirt, man Jungferzeugung (Parthenogenesis) genannt und welche darin besteht, daß in dem Eierstock erzeugte Eier sich auch ohne Befruchtung entwickeln. Es ist hier also die geschlechtliche Zeugung in die ungeschlechtliche über und stellt sich nur als eine weitere Arbeitstheilung dar, indem die Erzeugung der Jungen ihr auf zwei Individuen oder zwei verschiedene Organe in demselben Individuum vertheilt ist. So entwickeln bei gewissen Krustenthieren und Insekten lange Generationsfolgen von weiblichen Thieren, welche entwickelungsfähige Eier legen, während bei andern Thieren die Eier bald befruchtet werden, bald nicht und je nachdem verschiedene Individuen (Männchen und Weibchen z. B.) hervorgehen.

Hiermit hängt auch die Zwitterbildung (Hermaphroditismus) auf das engste zusammen. Dieselbe bildete ohne Zweifel den Anfang der geschlechtlichen Differenzirung. Dasselbe Organ liefert die beiden Zeugungsstoffe, wie z. B. bei unsern Schnecken, wenn gleichzeitig, vielleicht abwechselnd. Die Differenzirung schreitet fort, die beiden Organe sind getrennt, aber noch durch ihre Ausführungsgänge verbunden, noch vollständig getrennt, aber auf demselben Individuum vereinigt. Zuletzt trennen sich die Individuen in männliche und weibliche. Alle diese Stufen finden sich in verschiedenen Thieren dargestellt.

Die genauere Betrachtung der Art und Weise, wie sich der Thierleib aus seinem Keime hervorbildet, wie Organe entwickelt und seine ersten Formgestaltungen weiter ausarbeitet, ist von der größten Wichtigkeit für die Auffassung des Thierreichs in seiner Gesammtheit wie in seinen einzelnen Typen. Wie bei dem Steinhauer der formlose Stein nur nach und nach zur vollendeten Statue sich entgegenbildet, anfangs nur die gröbern Umrisse der Gruppen und Gestalten, dann erst die Einzelheiten der Formen sich herausarbeiten, so treten auch bei der Entwickelung der Thiere zuerst die allgemeinen Grundlinien des Plans hervor, nach welchem es gebaut ist, und erst bei fortgesetzter Differenzirung lassen sich die Einzelheiten der Gestaltung erkennen. Die Betrachtung der ersten Entwickelungszustände gibt am leichtesten und klarsten die leitenden Grundsätze an die Hand, nach welchen die größern Kreise und Gruppen des Thierreichs geschieden werden können, indem sie diese Grundsätze unmittelbar aus der Beobachtung ohne weitern Zwang hervorgehen läßt.

Jedes Thier durchläuft also von dem Augenblicke seiner ersten Bildung an bis zu seinem normalen oder zufälligen Tode eine Reihe von Bildungen

deren genauere Betrachtung für die Natur- : um so wichtiger ist, als oft die größten eränderungen durch dieselben erzeugt werden. iese Bildungsstufen sind namentlich deshalb teressant, weil sie Bruchstücke einer Geschichte elche bei dem einen Thiere weiter fortgeführt s bei dem andern.

ebt schon aus dem Gesagten hervor, daß in zelnen Familien und Gattungen, welche die pen oder größern Abtheilungen des Thier- usammensetzen, eine allmähliche Evolution zur Vollkommenheit erkannt werden kann, deren Stadien auch in den verschiedenen vorüber- n Bildungsmomenten der höherstehenden Em- erkannt werden können. Das Thierreich in Gesammtheit betrachtet wiederholt demnach in einzelnen Formen und Gestaltungen bleibend Bildungsmomente, welche in den Embryonen ammenhängenden Wechsel vor unsern Augen geführt werden, und an denjenigen Organen, ben die Entwickelungsgeschichte diese vorüber- n Phasen der Bildung nachweist, läßt sich die oder geringere Vollkommenheit des Thiers n Rang in der Bildungsrichtung, der es an- erkennen. Wenn wir z. B. sehen, daß belsäule des Säugethiers bei ihrem ersten n aus einem einfachen Knorpelstabe besteht, keine Abtheilungen zeigt, so werden wir den- Fischen, welche im erwachsenen Zustande nur lchen Knorpelstab besitzen, einen sehr niedrigen der Bildungsreihe der Wirbelthiere überhaupt müssen.

be Gesetz, welches wir hier für die Ausbildung lebenden Schöpfung aufgestellt haben, findet f diejenigen Thiere seine Anwendung, deren n dem Schoße der Erde begraben liegen. Die hung der Gesteinsschichten, aus welchen die nserer Erde zusammengesetzt ist, weist nach, Oberfläche unsers Erdkörpers viele Geschichts- durchlaufen hat, in welchen unter sich ver- Schöpfungen die Erde bevölkerten; eine all- Vervollkommnung der Geschöpfe, welche nach- auf der Erde erschienen und wieder unter- läßt sich im großen nicht leugnen, wenngleich einzelnen Grade dieser Vervollkommnung ver- Ansichten herrschen können. Aus den vor- n Thatsachen aber läßt sich schon nachweisen, lben Typen, welche in unserer jetzigen Schöpfung en sind, in ihren Anfängen schon in der ersten organischen Entwickelung auf der Erde ver- oaren und daß sie durch analoge Stufen der ung hindurchgingen, wie diejenigen sind, welche der jetzigen Schöpfung und in den Metamor- der werdenden Thiere erkennen. Dasselbe Bei- eches wir soeben benutzten, können wir auch wenden. Die ältesten Fische, welche in den Schichten gefunden werden, besitzen noch keine dete Wirbelsäule, sondern an ihrer Statt einen stab, der in ähnlicher Weise gebildet ist wie orpelstab der niedern Fische unserer jetzigen ng und der Knorpelstab der Wirbelthier- en überhaupt in der ersten Zeit ihrer Bildung. Erkenntniß dieser dreifachen Richtung in der ung der Thierorganismen, nämlich der histo- Entfaltung durch die verschiedenen Ge- erioden der Erde hindurch, der Flächenaus- g durch die mannichfaltigen Formen ausge- Thiere, welche jetzt den Erdball bevölkern, und etischen Entwickelung in der Ausbildung bryonen, die Verfolgung dieser dreifachen Richtung bis in ihre letzte Einzelheit ist es, welche der heutigen Wissenschaft die zu lösenden Aufgaben stellt.

Da jeder Organismus einer endlichen Auflösung, dem Tode, verfallen ist, so durchläuft auch jeder eine gewisse Stufenfolge von Veränderungen in aufsteigender und absteigender Linie. In den meisten Fällen wird der Höhepunkt mit der Geschlechtsreife eingeholt; sobald das Thier fähig ist, sich fortzupflanzen, also einen Ueberschuß seiner Körperbestandtheile zur Bildung von Nachkommen zu verwenden, ist es auch aus dem Stadium des Wachsthums herausgetreten und in sich vollendet. Hört diese Fähigkeit auf, so tritt auch die Rückbildung der organischen Thätigkeit ein. Doch ist dies, wie wir sehen werden, nicht ausnahmslose Regel.

Der Eintritt in das selbständige Leben erfolgt zwar mit dem Austritte aus dem Ei und dessen Hüllen; nicht immer aber ist damit auch die Fortführung des selbständigen Lebens ermöglicht und deshalb bei vielen, und namentlich bei höhern Thieren eine Brutpflege nöthig, die häufig durch besondere Organe (Taschen, Beutel, Drüsen mit ihren Secreten) vermittelt wird. Das geborene Säugethier könnte ohne die Ernährung durch die Milchdrüsen der Mutter sein Leben nicht fortsetzen und ähnliche Fälle finden sich in Menge in andern Kreisen des Thierreichs.

Häufig aber wird das selbständige Leben der Jungen dadurch ermöglicht, daß dieselben mit provisorischen vergänglichen Organen ausgerüstet sind, welche später zu Grunde gehen, abgeworfen werden oder sich zu definitiven Organen umwandeln. Wir nennen diesen Vorgang die Metamorphose und die mit provisorischen Organen ausgerüsteten Thiere Larven. Um ein bekanntes Beispiel zu geben, so haben die Kaulquappen, die Larven der Frösche, provisorische Organe in ihren Kiemen, in ihrem Schwanze, die später verloren gehen. Ob aber eine Larvenbildung stattfinde oder nicht, hängt von dem Zeitpunkte ab, wo das Junge das Ei verläßt. Die Kaulquappe der Geburtshelferkröte hat schon keine äußern Kiemen mehr, wenn sie das Ei verläßt, und andere Kaulquappen erscheinen gar nicht als solche außerhalb des mütterlichen Organismus, sondern durchlaufen die entsprechenden Stadien innerhalb desselben. Die Larvenbildung, so weit verbreitet sie auch vorkommen mag, ist deshalb nur eine äußerliche Erscheinung, eine Folge der Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen; die Organismen, welche einem und demselben Typus angehören, durchlaufen dieselben Stadien, die einen in dem Ei, die andern in den Stätten der Brutpflege, die dritten als selbständige Individuen, in welch letzterm Falle freilich die provisorischen Organe auch zur Benutzung geeignet und ausgebildet sind, während sie in den erstern Fällen meistens nur rudimentär bleiben. Es beweist aber die durchgreifende Existenz solcher Organe und Anlagen, daß sie in dem ursprünglichen vererbten Typus des Thiers gelegen sind und demnach auch am sichersten zu den ursprünglichen Verwandtschaftsverhältnissen der Thiere führen können. So hat z. B. der Nachweis von Larven mit drei ursprünglichen Paaren von Bewegungsorganen allein die richtige Stellung der Rankenfüßer (Cirrhipeden) zu den Krustenthieren ermöglicht.

Die Rückbildung der Larvenorgane, die in dem fernern Nichtgebrauch derselben begründet ist, stellt sich nur als eine weitere Ausführung des Satzes dar, daß jedes Organ durch Gebrauch sich ausbildet, durch Nichtgebrauch nach und nach verschwindet und zu Grunde geht. Sie ist eine Folge der Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse, und das auf diese Weise rückgebildete Organ vererbt sich dann in seiner Rück-

bildung auf die Nachkommen, bis es endlich zu Grunde geht. Deshalb ist auch die Berücksichtigung dieser rudimentären und schwindenden Organe so außerordentlich wichtig. Wir würden z. B. nicht wissen, daß die Barten tragenden Wale von Zahntragenden abstammen, wenn man nicht in der Schleimhaut der Kiefer bei den Jungen unentwickelte Zahnkeime gefunden hätte. In großem Maßstabe tritt aber die Rückbildung durch besondere Lebensverhältnisse ein, die man namentlich in das Auge gefaßt hat, wenn man bei manchen Thieren von rückschreitender Metamorphose gesprochen hat. Im Grunde ist jede Entwickelung mit einer rückschreitenden Metamorphose verbunden; es gibt kein Thier, welches nicht, sei es im Ei, sei es außerhalb desselben, Anlagen oder ausgebildete Organe zeigte, die in der Folge zu Grunde gehen oder durch andere ersetzt werden. Die rückschreitende Metamorphose tritt uns aber namentlich lebhafter in die Erscheinung, wenn gewisse Lebensbedingungen von Grund aus geändert werden durch Anpassung an neue Verhältnisse. Zu diesen gehört im ersten Grade das Festsitzen an einem bestimmten Orte, im höhern Grade des Schmarotzerthums.

Jedes Thier hat zu einer gewissen Zeit seines Lebens die Fähigkeit des Ortswechsels; viele aber verlieren diese Fähigkeit während einer gewissen Zeit ihres Lebens. Meist ist der Fall der, daß die Thiere in der Jugend freie Bewegung haben, später aber sich festsetzen und dann erst geschlechtsreif werden, doch ist auch der umgekehrte Fall vorhanden. Das Festsitzen zieht den Verlust, die Rückbildung der zur Ortsbewegung bestimmten Organe, ihre Umbildung zu Ergreifungsorganen, Strudelorganen u. s. w. nach sich; ebenso den allmählichen Verlust der Sinnesorgane, namentlich des Sehorgans. So haben die umherschwärmenden Larven der festsitzenden Krustenthiere Augen und Bewegungsglieder; erstere gehen verloren, letztere werden umgewandelt.

Noch größern Einfluß übt das Schmarotzerthum (Parasitismus) aus. Hier tritt zu der relativen Bewegungslosigkeit noch der weitere Umstand, daß der Wirth des Schmarotzers diesen von seinen Lebenssäften, von seiner Substanz nährt; daß also dem Schmarotzer die Arbeit erspart wird, welche zur Beschaffung der Nahrung geleistet werden muß. Bewegungsorgane schwinden oder werden zu Klammer- und Haftorganen umgewandelt; die Sinnesorgane, durchaus unbrauchbar, verschwinden gänzlich; zuletzt selbst, in den extremsten Fällen, die Verdauungsorgane, indem der Schmarotzer sich nur von dem durch Endosmose eingesaugten Lebenssaft des Wirthes ernährt.

Betrachtet man alle diese Vorgänge im ganzen, so zeigen sie sich als Resultate der Anpassung, die in allen größern Kreisen nach zwei Richtungen vor sich geht. Der Kampf um das Leben bedingt massenhafte Zerstörung einerseits, unablässigen Kampf gegen diese Vernichtung andererseits; die einen führen diesen Kampf durch Vermehrung ihrer Vertheidigungsmittel, Schnelligkeit, Ausbildung von Waffen u. s. w., die andern durch Aufsuchung von Schutzmitteln, Verbergen, Festsitzen am Boden, Verstecken in andern Thieren. Fortdauernde Anpassung bildet diese Richtungen stets einseitiger aus, und fortdauernde Vererbung pflanzt sie auf die Nachkommen fort.

Aus den kurzen hier gegebenen Andeutungen geht hervor, daß die Uebereinstimmung in der Organisation verschiedener Thiere auf der Vererbung, also auf gemeinsamer Abstammung beruht und daß demnach die Verwandtschaft um so näher sein müsse, je größer die Summe der übereinstimmenden Charaktere ist. Da aber die Verschiedenheiten zwischen in einer übereinstimmenden Organismen durch äußere Lebensbedingungen und durch Vererbung Errungenschaften auf die Nachkommen bedingen, ferner die Entwickelungsgeschichte eines Organs diese Errungenschaften in der Reihenfolge muß, so folgt daraus, daß die am früheren Erscheinung tretenden Charaktere auch die und allgemeinsten sind und einem um so Kreise angehören müssen, je früher sie auftreten, um ein Beispiel anzuführen, bei allen thieren ohne Ausnahme zuerst die Anlage tralen Nervensystems und der Wirbelsäule dorsalis) auf, erst später Kiemenspalten und liegende Kiemenbogen, die nur bei den eigentlichen Athemorgane werden, bei den andern nur werden also überhaupt bestimmen, was zu den (Phylum) oder Kreis der Wirbelthiere gehört die athmenden Kiemenfransen bestimmen ein Thier zu dem Unterkreis der niedern gehört oder nicht. Die Entwickelungsgeschichte uns also die Art und Weise an, wie der der verschiedenen Kreise sich entfaltet von fachen zum Complicirten, vom Niedern sich erhebt. Daß das Princip dieser Entwickelung durch Anpassung für den Kampf um das mehr sich ausbildende Arbeitstheilung sei, schon gezeigt.

Die Mannichfaltigkeit der Thiere, die wir sehen, bedingt eine Ordnung derselben, eine Klassifikation. Wenn dieselbe ihren Zweck erfüllen die Verwandtschaftsgrade der Thiere zur bringen soll, so muß sie von dem empirischen ausgehen, durch die allgemeinst verbreiteten auftretenden Charaktere den Stamm definiren und innerhalb desselben durch Differenzirung und Anerkennung der nachstehend tretenden Unterschiede zu stets kleiner werdenden theilungen fortschreiten, die wir Klassen, Familien, Gattungen, Arten und Varietäten wobei man indessen nicht vergessen darf, daß den Formen nur die letzten Ausläufer einer wickelungsreihen sind, die oft so ausgesponnen konnten, daß die verbindenden Mittelglieder gekommen sind.

Unsere von Linné zuerst durchgeführte Nomenclatur beruht auf dem Grundsatze, daß jedes Thier doppelten Namen erhält, den der Gattung und den bestimmenden der Art (Species). Art kein Unvergängliches, von Anfang an Gegebenes und Unveränderliches sei, wie früher behauptet haben die Untersuchungen der Neuzeit gelehrt, nur für eine gewisse Zeitdauer und für gewisse bedingungen gegeben und verändert sich letztern. Varietäten sind beginnende Arten Formen, welche sich infolge der Anpassung weichender Weise ausbilden und schließlich untergehen oder so lange bestehen, als die Bedingungen dauern, welchen sie sich anpaßten. Die Art kann deshalb praktisch in sehr verschiedener gefaßt werden. So unterscheiden z. B. forscher den amerikanischen Fuchs (Vulpes und den Brandfuchs (Vulpes alopex) den wöhnlichen Fuchse (Vulpes communis) während andere nur Varietäten darin erkennen. Wenn es fast gewiß ist, daß alle den Stammart herkommen, so hat der Streit Art, ob Varietät, gar keine Bedeutung.

Nicht minder schwankt die Fassung der Gattung (Genus). Um in dem Beispiel

: nahm ein Genus an, Canis, und unterschied Arten den Fuchs (Canis vulpes) und den Wolf is lupus). Jetzt nimmt man ziemlich allgemein Jenus Vulpes an (mit senkrecht geschlitzter Pupille), wenn nicht ein besonderes Genus Lupus, so doch Gattung Canis (mit runder Pupille), beide ein: nahe stehend in derselben Familie.

n es kurz zu sagen, die doppelte Namengebung equem, um einen nächsten Verwandtschaftsgrad geben; jeder sieht sogleich, daß europäischer Hirsch canadischer (Waipiti), Pferd und Esel und Dschig: u. s. w. eine größte Summe von Aehnlichkeiten n, aber ein festes Princip, um Art, Genus und weiter abstrahirten größern Abtheilungen, Familie, nung, Klasse, Kreis nebst Zwischenabtheilungen terfamilie, Unterordnung u. s. w.) zu bestimmen zu begrenzen, gibt es nicht, da die Auffassung Verwandtschaftsgrades aus der Summe der ähn: n Charaktere bei mangelnder Constatirung des nmbaums mehr oder minder von individueller itzung abhängt.

Wir nehmen, von oben nach unten gehend, folgende nme oder Kreise an:

Wirbelthiere (Vertebrata).
Gliederthiere (Arthropoda).
Weichthiere (Mollusca).
Würmer (Vermes).
Stachelhäuter (Echinodermata).
Zoophyten (Coelenterata).
Urthiere (Protozoa).

ie Charakteristiken geben wir bei den einzelnen en. Die Ordnung, in welche die Kreise gestellt entspricht nicht den Beziehungen, welche zwischen elben existiren; so haben die Wirbelthiere gar Beziehung rückwärts, weder zu den Glieder: en, noch zu den Weichthieren oder Stachelhäutern, stens zu den Würmern, an welche einerseits Glieder: e, andererseits Weichthiere und nach dritter Seite Stachelhäuter sich wie an eine Muttergruppe an: eßen; aber da in Büchern eine Seite auf die re folgen muß und selbst ein Druck im Kreise m nach Radien ausstrahlend der Darstellung der vandtschaftsverhältnisse nicht genügen würde, so n wir die Ordnung der Kreise so gewählt, wie sie nach einer Abschätzung des Vollkommenheits: es, den jeder Kreis in seinen Spitzen erreicht, erhalten würde.

Kreis der Wirbelthiere.

(Vertebrata.)

Symmetrisch gebaute Thiere mit innerm Skelet, um das sich gegliederte, außen t ausgesprochene Ringe (Wirbel) lagern, t vorfalem Centralnervensystem und auf ventralen Seite des Achsenskelets gelager: vegetativen Organen. Die bewegenden äfte (Muskeln) sind an der Außenseite der ist gegliederten Hebel angebracht. Darm: r stets vorn und hinten offen. Höchstens ei Paar Extremitäten. Höhere Sinnes: gane höchstens einpaarig, meist an einem sondern Körpertheile (Kopf) angebracht. schlossenes Blutgefäßsystem, mit meist durch the Körperchen gefärbtem Blut. Athemorgane am Anfange des Darmrohres. Dotter bauchständig.

Betrachten wir die Gesammtorganisation der Wirbelthiere, so stellt sich als erster wesentlicher Charakter die symmetrische Lagerung der Organe zu beiden Seiten einer senkrechten Mittelebene dar. Bei vielen Wirbelthieren ist diese Symmetrie so durchaus gewahrt, daß auch nicht die leiseste Andeutung einer Abweichung vorkommt; bei sehr vielen sind alle Organe symmetrisch gestellt, mit Ausnahme der Unterleibseingeweide, besonders des Darms und der Leber, welche eine unregelmäßige Lagerung darbieten. Nur sehr selten kommen die Beispiele vor, in welchen auch das Knochensystem, und namentlich der Schädel mit in solche asymmetrische Bildung hineingezogen wird, da man sonst in diesem sowie in dem Nervensystem gerade die strengste Symmetrie ausgebildet findet. Bei dieser Lagerung der Theile zeigen sich also die einfachen Organe stets in der Mittelebene des Körpers, die andern paarig zu beiden Seiten.

In der äußern Form des Körpers beobachtet man ein fortdauerndes Anstreben von Sonderung bestimmter Regionen mit bestimmten Beziehungen zu einzelnen Organgruppen; eines Kopfes, der die höhern Sinnesorgane, das Gehirn und den Eingang zu dem vegetativen System trägt, das in dem Rumpfe sich entfaltet, während die Körperachse meist über den Rumpf hinaus sich als Schwanz verlängert. Weitere Ausbildung dieser Abtheilungen führt zur Herstellung eines Verbindungstheils zwischen Kopf und Stamm, Hals genannt, und zur Theilung der Höhle des Rumpfes in eine Brust- und Bauchhöhle. Am Anfang und Ende des Rumpfes befinden sich die gegliederten Extremitäten, welche zwar ganz fehlen können, aber, wenn vollständig ausgebildet, aus einem Gürtel (Schulter- und Beckengürtel) und den eigentlichen Gliedmaßen bestehen.

Die äußere Haut besteht fast durchgängig aus zwei Schichten, der Oberhaut (Epidermis) und der Lederhaut (Corium). Von ersterer, die ursprünglich aus Zellen besteht, gehen die verschiedenen Hartgebilde aus (Schilder, Hörner, Klauen, Hufe, Haare, Federn, Schuppen u. s. w.) welche den Körper im ganzen oder einzelne Theile desselben decken; ebenso verschiedene Drüsen, welche ihr Secret auf die Außenfläche ergießen. Die Lederhaut ist aus Fasern gewebt, gefäß- und nervenreich; sie vermittelt die Sinnesempfindungen der Haut und ist stets von dem Muskelsystem getrennt, während sie bei den Wirbellosen mehr oder minder mit dem Muskelschlauche verwachsen ist.

Von besonderer Wichtigkeit für die Betrachtung der Wirbelthiere erscheint die eigenthümliche Ausbildung der härtern Stützen, welche die Formen des Körpers bestimmen und theils zum Schutze besonderer Organe, theils zur Herstellung von Hebeln für die Bewegung dienen und unter der Gesammtbezeichnung des Skeletes bekannt sind. Bei allen übrigen Kreisen sehen wir bald nur einen durchaus weichen Körper oder ein Festerwerden der äußeren Haut, wodurch diese zugleich als Schutzgebilde und als Stütze für die Bewegung auftritt, sodaß wir bei den Gliedertbieren als allgemeinen Charakter die Existenz von hohlen Ringen oder hohlen Cylindern erwähnen können, in deren Innerm die bewegenden Stränge, die Muskeln, angebracht sind. Bei den Wirbelthieren findet gerade das entgegengesetzte Verhältniß statt, indem hier die Hebel, aus Knochen oder Knorpel gebildet, im Innern angebracht sind und die Muskeln sich auf ihrer Außenfläche ansetzen, was indessen nicht verhindert, daß zugleich der andere Zweck der härtern Theile, die Be

schützung der Eingeweide, durch Bildung von Gewölben und Höhlen erreicht wird. Die festen Theile des Skelets erscheinen sämmtlich um eine Achse gelagert, welche in der Mittellinie des Körpers in der Weise sich hinzieht, daß zugleich eine obere oder Rückenhälfte, und eine untere oder Bauchhälfte des Thiers sich durch die Lagerung dieser Achse erkennen läßt, welche meistens von der Wirbelsäule, oder bei den niedern Typen von einem einfachen Faserknorpelstrang, der Wirbelsaite (Chorda dorsalis), gebildet wird. Von dieser Achse strahlen gegen die Rücken- und Bauchseite hin Bogenfortsätze aus, die sich bald mehr bald minder vollständig zu Ringen oder Gewölben vereinigen und welche zum Schutze der Eingeweide bestimmt sind. Die obern Bogenbildungen schließen sich meistens am vollständigsten und bilden so eine Kapsel für das Gehirn und die höhern Sinnesorgane, den Schädel, und für das Rückenmark eine aus Spitzbogen zusammengewölbte Röhre, den Rückenkanal, sodaß demnach die ganze obere Bogenbildung hauptsächlich nur zum Schutze des centralen Nervensystems bestimmt ist. Bei weitem nicht so fest schließen sich die untern Bogenhälften, welche zur Umhüllung der Eingeweide und der großen Blutgefäße des Körpers dienen, und meistens muß der Schluß bei ihnen durch große Strecken dazwischen ausgebreiteter Häute ergänzt werden. So stellt sich demnach bei einem queren Durchschnitte des Körpers die Wirbelsäule als die factische Achse des Körpers in diesem Kreise dar, zugleich zwei in die Länge gestreckte Höhlen durch ihre Bogen bildend, den Rückenkanal für das über der Chorda und den auf ihr und um sie sich entwickelnden Wirbeln gelegene Centralnervensystem, und die unterhalb gelegene Eingeweidehöhle für die vegetativen Organe. So sehr auch die fernere Ausbildung der Eingeweide wechseln und ihre Lage verändern mag, so finden sich dieselben doch stets ursprünglich in derselben relativen Lage, nämlich der Wirbelsäule zunächst angeheftet in der Mittellinie die großen Körpergefäße (Aorta, Hohlvene, Lymphstamm), zu beiden Seiten die Nieren und innern Geschlechtstheile, in der Mitte der Rumpfhöhle der Darm und am weitesten gegen die Bauchfläche hin, unmittelbar an der Wandung ihrer betreffenden Höhlen, die Leber und das Herz. Diese Lagerung der Theile, und namentlich die Stellung, welche das Nervensystem einnimmt, ist außerordentlich charakteristisch für die Wirbelthiere, indem bei dem Kreise, welchem ebenfalls ein zusammenhängendes, in der Mittellinie des Körpers liegendes Nervensystem zukommt, bei den Gliederthieren, dieses gerade in umgekehrter Weise, nämlich auf der Bauchfläche unter allen Eingeweiden gelagert ist, während das Herz die höchste Stelle an der Rückenfläche einnimmt und keinerlei Trennung durch ein inneres Skelet, wie bei den Wirbelthieren, vorhanden ist.

Nicht minder charakteristisch erscheint die Bildung der Bewegungsorgane für den Kreis der Wirbelthiere. Dieselben können gänzlich fehlen, sodaß gar keine Glieder vorhanden sind und der Körper selbst mit der Fortsetzung der Wirbelsäule, dem Schwanze, der Ortsbewegung vorsteht, die stets möglich ist, indem es kein einziges Wirbelthier gibt, welches zu irgendeiner Zeit seines Lebens an den Boden festgeheftet wäre. Bei den meisten sind indessen eigene Extremitäten entwickelt, welche, stets paarig vorhanden, niemals die Zahl von vier überschreiten, zwei vordere, die Brustglieder, unmittelbar hinter dem Halse angebracht, und zwei hintere, die Beckenglieder, welche gewöhnlich an dem Ende der Bauchhöhle befestigt sind und durch ihren Gürtel, das Becken, dieselbe abschließen. Die Modificationen, welche diese Glieder theils im Medium, in welchem die Thiere leben, theils die verschiedene Bestimmung derselben erleiden, außerordentlich mannichfaltig und können zur Abgrenzung der Klassen, wie zur Umschreibung der Gruppen oft mit Vortheil benutzt werden. Es sind fach diese Bestimmungen auch sein nächst Extremität als Flosse, als Flugwerkzeug, als oder als Greiforgan benutzt wird, stets in Plan ihrer Bildung derselbe und auch für beide paare identisch. Beide zeigen eine Gliederung Schulter oder Becken, welche die Extremität Lage erhält und mehr oder minder fest an die säule befestigt; beide zeigen dann dieselbe Fortsetzung, indem an den Gürtel zuerst ein Knochen, Oberarm oder Oberschenkel eingelenkt, welcher meist zwei Knochen des Vorderarms Vorderschenkels trägt; auch dann, wenn diese Knochen in einen verschmolzen sind, läßt sich lich ihre ursprüngliche Trennung nachweisen, schwankender sind die Verhältnisse in der theilung der Extremitäten, der Hand oder welche zwar bei den höhern Formen aus theilungen, der Wurzel, dem Mittelstücke Fingern zusammengesetzt erscheint, aber weichungen zeigt. Im allgemeinen scheint zahl die ursprüngliche zu sein, und von Reductionen stattzufinden.

Das Centralnervensystem, welches lung aller im Körper befindlichen peripheren ven darstellt, kann mit Ausnahme des Wirbelthiers (Amphioxus) in zwei Abtheilungen schieden werden, das im Kopfe gelegene Gehirn das im Rückenkanale liegende Rückenmark.

Bei den meisten Wirbelthieren lassen sich Gehirne drei Hauptabtheilungen unterscheiden, Hinterhirn oder Nachhirn, aus dem verlängerten Marke, welches unmittelbar mit dem Rückenmark sammenhängt, und dem kleinen Gehirne, gebildet Mittelhirn, die sogenannten Vierhügel und das Vorderhirn, das zum größten Theile den Hemisphären des großen Gehirns gebildet es entsprechen diese Theile wesentlich den fischen Sinnesorganen des Kopfes, das Auge der Nase, das Mittelhirn den Augen, das den Ohren, und wenn auch mannichfaltige Abschiebungen in dieser Hinsicht vorkommen, man doch meist bei dem Embryo diese Bildungen mit Deutlichkeit in den ersten Anlagen Centralnervensystems unterscheiden. Auch sich je nach der Stufe der Ausbildung, auf ein Wirbelthier erhebt, vielfache Modificationen Bildung erkennen, indem das Mittelhirn, geringste Gewölbebildung zeigt, stufenweise während bei zunehmender Intelligenz die des kleinen Gehirns, vorzüglich aber die des Großhirns eine so bedeutende Ausbildung halten, daß letztere das Mittelhirn gänzlich und in sich aufnehmen.

Bei den meisten Wirbelthieren kommen Sinnesorgane in mehr oder minder vollkommener Ausbildung vor. Am weitesten verbreitet ist indem man bisjetzt nur ein einziges Wirbelthier zwar das niedrigste von allen kennt, welches fehlt, während das Auge öfter gänzlich mangelt auch die Nase, wenn zwar nicht fehlt, so Bestimmung als Sinnesorgan zuweilen und nur einen Luftweg für die Athmung bietet sichtlich der innern Ausbildung lassen sich Sinnesorganen, die gewöhnlich paarweise

rancherlei Stufen nachweisen. So bildet die
ei den meisten auf Wasserathmung angewiesenen
hieren einen geschlossenen Blindsack, während
den Luftathmern stets in den Gaumen geöffnet
t und somit auch bei geschlossenem Maule einen
z für die Lungen herstellt; — während bei
nder Ausbildung des Geruchs sie sich nur als
: Röhre oder Blindsack zeigt, entwickelt sie bei
Ausbildung dieses Sinnes vielfache Neben-
und gewundene Räume, auf deren auskleiden-
chleimhaut der Riechnerv sich ausbreitet. Von
rer Wichtigkeit erscheint es aber, ob die Nase,
ei einigen niedersten Wirbelthieren, nur als ein
riges Organ erscheint, oder ob sie, wie bei den
, doppelt vorhanden und symmetrisch ausge-
ist.

s Auge ist zwar überall mit Muskeln versehen,
er bei den niedern Typen nur eine äußerst ge-
Beweglichkeit zeigen, während zugleich die Schutz-
ate, und namentlich die Lider gänzlich fehlen oder
angelhaft entwickelt sind; erst bei den höchsten
n erscheint es als Augapfel in besonderer Höhle
, durch bewegende Muskeln nach allen Seiten
r, mit besondern Drüsenorganen (Thränen-
) und Schutzwehren (Lidern) versehen. Es ist,
usnahme des Amphioxus, stets nur paarig vor-
: und überall ursprünglich angelegt, kann aber
Nichtgebrauch (bei Höhlenthieren) gänzlich rudi-
werden und dann sogar nicht mehr zur Auf-
des Lichteindrucks, geschweige denn zur Her-
g von Bildern fähig sein. Die Ohren zeigen
ende Stufen der Ausbildung. Mit Ausnahme
mphioxus liegen sie überall paarig, im Innern
chädels, anfangs nur aus dem unvollständigen
inth mit einem Bogengange gebildet. Erst später
en sich noch zwei andere Bogengänge, dann die
cke an das innere Ohr, während durch Um-
g äußerer Theile (Kiemenbogen) das mittlere Ohr,
aukenhöhle mit Zubehör, sich bildet und endlich
ei den höchsten Formen ein äußeres Ohr mit
gang die Ausbildung vervollständigt.

Verdauungsorgane sind sehr mannichfaltig
bildet. Stets finden sich zwei entgegengesetzte Oeff-
n, Mund und After. Die Mundöffnung ist stets
m vordern Theile des Körpers, meist etwas auf
lauchfläche angebracht und immer nur mit einem
en Unterkiefer bewaffnet, der aus zwei in der
linie verbundenen Hälften besteht und hauptsäch-
nur von unten nach oben wirkt, ein wesentlicher
schied von den Gliederthieren, bei welchen stets
re Kieferpaare vorhanden sind, die von den
n her gegeneinander sich bewegen. Nur bei sehr
en Wirbelthieren, die eine durchaus niedere Stufe
ildung einnehmen, fehlen die Kiefer gänzlich und
durch besondere Lippenbildungen ersetzt. Die Be-
ung der Mundhöhle wechselt außerordentlich, bietet
gerade dadurch vielfache Charaktere zur Unter-
ung größerer und kleinerer Gruppen. Meist sind
e vorhanden von äußerst mannichfaltiger Structur
Anordnung; ganze Ordnungen und Klassen aber,
die Schildkröten und Vögel, entbehren derselben
ich und besitzen statt ihrer mehr oder minder scharf-
tige, gewöhnlich mit Hornplatten besetzte Kiefer.
oen Säugethieren beschränkt sich die Zahnbildung
Sich auf die eigentlichen Kieferknochen, während
den Fischen, Amphibien und Reptilien nicht nur
utliche an der Bildung der Mundhöhle theil-
nende Gesichtsknochen, sondern auch einige Knochen
Schädelbasis und die Zunge mit Zähnen besetzt
können. Letztere bildet meist einen mehr oder minder deutlichen Vorsprung, der in dem Raume zwischen beiden Unterkieferhälften gelegen ist, an dem oft bedeutend entwickelten Zungenbeine eine feste Stütze findet und zwar fast überall einen eigenen Geschmacksnerven, den Zungenschlundkopfnerven (Nervus glossopharyngeus) erhält, sich aber meist doch mehr als Tast- oder Greiforgan entwickelt. Bei niedern Thieren erscheint die Zunge durchaus unbeweglich und an den Boden der Mundhöhle festgeheftet, während sie bei höhern sich mehr und mehr befreit und oft eine außerordentliche Beweglichkeit erhält. Meist erscheint sie mit dickem, hornigem Ueberzuge versehen; seltener ist sie, wie bei dem Menschen, weich und nicht nur zur Aufnahme von Geschmackseindrücken, sondern auch zur Modulation der Töne geeignet. Nur bei wenigen zerfällt das Darmrohr in keine weitern Abtheilungen, sondern setzt sich gerade, gleiche Weite behauptend, von der Mundhöhle zum After fort; meistens unterscheidet man drei Abtheilungen, den Munddarm, der gewöhnlich einen Schlundkopf (Pharynx) bildet, dann einen engern Theil, Schlund (Oesophagus) und einen weitern, Magen (Stomachus), welche wieder mehrere Ausstülpungen bilden können, die man an der Speiseröhre als Kropf bezeichnet (Ingluvies), am Magen mit verschiedenen, ihrer Bildung entnommenen Namen (Muskelmagen der Vögel, Netzmagen der Wiederkäuer u. s. w.) belegt. Meist ist der Magen mehr oder minder in zwei Theile geschieden, den Cardialtheil an der Speiseröhre und den Pförtnertheil (Pylorus) am Eingange des Darms. Der Mitteldarm, oft ungemein lang und gewunden, empfängt die Einmündungen der Nebendrüsen, Leber und Bauchspeicheldrüse oder deren Homologe, in dem sogenannten Zwölffingerdarm (Duodenum), setzt sich in den langen und engen Dünndarm (Ileum) und in den Dickdarm (Colon) fort, an dessen Beginn meist Aussackungen und Blinddärme entwickelt sind. Der Enddarm (Mastdarm, Rectum), oft durch besondere Faltenbildungen ausgezeichnet, mündet entweder gesondert oder mit den Urogenital-Organen gemeinschaftlich in einer Kloake; aber in beiden Fällen stets auf der Bauchseite. Die Bauchhöhle selbst kann durch Oeffnungen, die zuweilen besondere Verrichtungen übernehmen (z. B. Leitung der Geschlechtsproducte nach außen), mit dem umgebenden Medium in Verbindung stehen. Der Darm der Fleischfresser ist im ganzen stets kürzer und weniger complicirt als der der Pflanzenfresser.

Außer den in der Darmwand selbst gelegenen mannichfaltigen Drüsen finden sich am Munddarme Speicheldrüsen, die zwar oft ganz fehlen (Wasserthiere), häufig sogar aber ganz besondern Zwecken dienen (Giftdrüsen der Schlangen). Die Leber ist fast überall als compacte Drüse vorhanden und erhält häufig nicht nur das vom Darme, sondern auch von andern Körperorganen zurückkehrende Blut als Pfortaderblut. Die Bauchspeicheldrüse (Pancreas) fehlt bei manchen niedern Wirbelthieren, oder ist, wie es scheint, durch besondere Ausstülpungen des Mitteldarms (Pförtneranhänge der Fische) ersetzt. Die Blutdrüsen, wie Milz, Schilddrüse, Thymusdrüse und Nebennieren sind nicht überall entwickelt; die Thymus sogar nur im jugendlichen Zustande der höhern Wirbelthiere.

Die Athemorgane zerfallen in zwei große, morphologisch nicht vergleichbare Gruppen, je nach der Athmung im Wasser oder in freier Luft. Die Kiemen entwickeln sich am Anfange des Schlundkopfes auf den Schlund umfassenden Kiemenbogen, auf welchen direct vom Herzen kommende Gefäße verlaufen, die auf Fortsätzen in Gestalt von Bäumchen, Blättchen,

Zotten oder Kolben sich in Capillarnetze auflösen, deren Blut mit dem umgebenden Wasser in Wechselwirkung tritt und Sauerstoff daraus aufnimmt, während es Kohlensäure abgibt. Meistens sind diese Gefäßbogen durch knöcherne oder knorpelige, dem Zungenbeine angehörige Bogen gestützt und durch Spalten, welche von außen her bis in den Schlund führen, voneinander getrennt. Mechanische Vorrichtungen verschiedener Art bewirken während des Lebens eine beständige Strömung des Wassers durch diese Kiemenspalten und eine stete Erneuerung desselben im Umkreise der athmenden Blättchen.

Bei den höhern Wirbelthieren entwickeln sich die Kiemenbogen nicht als solche, sondern nur als Visceralbogen im Embryonalzustande; sie dienen niemals der Athmung, bilden keine respiratorischen Capillarnetze und werden später zu andern Bildungen (mittleres Ohr, Kehlkopf, Schlundkopf u. s. w.) verwendet. Dagegen entstehen Ausfackungen des Munddarms, bei den niedern Thieren auf der Rückenseite desselben und dann meist nicht zur Athmung verwendet (Schwimmblase der Fische); bei den höhern dagegen als Ausstülpungen auf der Bauchseite zu Lungen ausgebildet. Diese sind mehr oder minder zellige Säcke, die stets so gebaut sind, daß die eingeathmete Luft durch denselben Weg, Luftröhre, Kehlkopf, Mund- oder Nasenhöhle, wieder ausgeathmet wird.

Die in den Lungen enthaltene Luft kann zuweilen (Vögel) durch dünnhäutige Kanäle mehr oder minder in den Körper vertheilt werden. Bei allen Luft athmenden Thieren bildet die Nase den normalen Luftweg, der in dem Schlundkopfe den Nahrungsweg, welcher aus dem Mund in den Schlund geht, durchkreuzt. Hier bildet sich der Kehlkopf (Larynx) aus, der durch besondere Vorrichtungen (Stimmritze, Stimmbänder u. s. w.) zugleich Stimmorgan wird. Das aus dem Herzen ausgetriebene Kardiaerblut vertheilt sich in der Lunge in reiche Capillarnetze, tritt mit der Luft in Wechselwirkung durch Abgabe von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff, und kehrt zum Herzen zurück.

Es begreift sich leicht, daß bei dem vielfachen Wechsel in der Structur der Athemorgane auch in den Organen des Kreislaufs mancherlei Verschiedenheiten vorkommen. Mit einer einzigen Ausnahme (bei dem Lanzettfischchen, Amphioxus) ist das Blut bei allen Wirbelthieren purpurroth gefärbt, und zwar hängt diese Färbung einzig von den Blutkörperchen ab, dünnen, scheibenförmigen Formelementen von rundlicher oder elliptischer Gestalt, die sich nur mittels des Mikroskopes erkennen lassen und in der farblosen Blutflüssigkeit suspendirt sind. Ein Herz als Centralpunkt für die mechanische Fortbewegung des Blutes fehlt nur einem einzigen der bekannten Wirbelthiere (Amphioxus), bei welchem seine Druckkraft durch die Contractilität der großen Gefäßstämme ersetzt ist; bei fast allen übrigen ist das Herz mit seinen verschiedenen Abtheilungen das einzige Organ, das durch die Zusammenziehung seiner Muskelfasern das Blut durch die Gefäße hindurch treibt. Bei den durch Kiemen athmenden Wirbelthieren ist diese muskulöse Druck- und Saugpumpe stets in dem Bereiche des venösen Kreislaufs so angebracht, daß das aus den Organen des Körpers zurückkehrende Blut zuerst in eine Vorkammer und dann in die eigentliche Herzkammer eingelassen wird, aus der es durch einen, häufig muskulösen Theil, den Bulbus, in die Gefäßbogen der Kiemen getrieben wird; bei den durch Lungen athmenden Wirbelthieren scheidet sich das Herz nach und nach in zwei Hälften, jede aus einer Vorkammer und Kammer bestehend, und von denen die eine, die dem Kiemenherzen der Fische entspricht, den venösen Strome angebracht, das vom Körper zurückkehrende Blut aufnimmt und es in die Lungen, während die linke Hälfte, als bewegender Theil des arteriellen Stroms, das Blut aus den Lungenorganen empfängt und es in den Körper treibt. Die verschiedenen Stadien der allmählichen Scheidung der beiden Herzhälften, welche sich bei Säugethieren und Vögeln vollkommen ausgeführt findet, lassen sich besonders bei Amphibien und Reptilien in der Mannichfaltigkeit wahrnehmen, indem dort noch minder bedeutende Communicationsöffnungen im Herzen oder in der Nähe desselben vorhanden sind, wodurch sich die beiden Blutarten in größerem oder geringerem Maße miteinander vermischen können. Wo bald die Scheidung der beiden Herzhälften vollständig durchgeführt ist, erscheint auch als äußeres Kennzeichen derselben die constante eigene Temperatur der Thiere, die sich als warmblütige (Säugethiere und Vögel) von den kaltblütigen unterscheiden, deren Körpertemperatur der äußern Temperatur wechselt. Bei allen Wirbelthieren sind übrigens die peripherischen Blutgefäße vollkommen geschlossen und überall gesondert vorhanden, in welchen das Blut strömt. Nur noch hat man solche Unterbrechungen der Continuität und Ersatz der mangelnden Gefäße durch Herzen gefunden, wie dies bei den meisten wirbellosen Thieren vorzukommen pflegt; namentlich findet sich zwischen den arteriellen und venösen Gefäßen ein Netz feiner Capillar- oder Haargefäße, welches äußerst dünne Wandungen die Umsetzung des Blutes im Körper geschieht. Als ein den Wirbelthieren eigenthümlicher Anhang des Gefäßsystems, der immer nicht bei allen nachgewiesen ist (Amphioxus), das Lymphgefäßsystem da, welches die circulirenden Flüssigkeiten in eigene Stämme und die schließlich in die vom Körper zum Herzen zum Blutbahn münden. Meistens bildet dies Gefäßsystem vielfach zerstreute Drüsen; bei einigen Wirbelthieren sind noch besondere Druckkräfte (Lymphherzen) in selben angebracht.

Von besonderer Bedeutung erscheinen die Sexualorgane, deren absonderende Drüsen, die Hoden, zunächst an der Wirbelsäule liegen. Sie sind ausschlich zur Absonderung der Stickstoffhaltigen Auswurfsstoffe des Körpers bestimmt und stehen deshalb nur selten durch die Wolff'schen Körper oder Urnieren mit den allen Embryonen vorkommen und bei den Wirbelthieren sich zum Theil bleibend erhalten, durch deren Ausführungsgänge in engster Beziehung zu den Geschlechtsorganen, sodaß verschiedene Geschlechtern desselben Thiers verschiedene Formen erhalten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Bei den niedern Wirbelthieren verlaufen die Nieren zu dem Blute, das aus der hintern Leibeshälfte zurückströmt, ähnlich wie die Leber zum Pfortadernblute — es existiren Nieren-Pfortadern. Die Harnleiter münden häufig in eine Harnblase, welche der vordern Wand des Enddarmes als Ausstülpung entsteht; ihre Oeffnungen wandern übrigens nach der hintern Seite des Darms, wo sie oft eine besondere Ausmündung haben, auf die Kloake und bilden die vordere Seite derselben, um schließlich mit den Geschlechtsorganen gemeinschaftlich nach außen zu münden.

Was die Zeugung und Fortpflanzung betrifft, so findet niemals, wie bei den wirbellosen Thieren, häufig, ungeschlechtliche Fortpflanzung, Knospung

amenbildung statt, sondern überall nur ge-
he Fortpflanzung durch Befruchtung von weib-
iern mittels des männlichen Samens. Mit
ne einiger weniger Fische (Serranus) sind stets
hlechter auf verschiedene Individuen vertheilt,
ännchen und Weibchen häufig durch äußere
hen unterschieden. Die keimbereitenden Ge-
theile, Hoden und Eierstöcke, liegen stets, wie
en, ursprünglich unmittelbar zu beiden Seiten
rbelsäule, wechseln aber oft die ursprünglichei
g. Oft fehlen alle ausführenden Kanäle;
chlechtsproducte, Samen und Eier, gelangen
i die Bauchhöhle und werden von dort durch
gen nach außen entleert. Bei den meisten
hen Wirbelthieren aber sammeln sich die Samen-
des Hodens in die Nebenhoden und dann in
nenleiter, welche oft noch manche drüsige Neben-
e (Samenblasen, Prostata) am Ende besitzen.
amenleiter selbst öffnen sich bald selbständig
em After (viele Fische), bald mit Harnleitern
rm in die Kloake, oder sie münden gemein-
mit den Harnorganen, aber getrennt von dem
nach außen. Begattungsorgane fehlen bei
Wirbelthieren gänzlich, selbst bei solchen, bei
ch die Eier innerhalb der weiblichen Geschlechts-
ntwickeln und mithin auch dort befruchtet wer-
ssen. Da wo männliche Begattungsorgane
nen, sind dieselben meistens einfach, seltener
und ihre Beziehungen zu den Samenleitern
hre sonstige Bildung äußerst mannichfaltig.
vielfach wechseln die Formen der weiblichen
htsorgane, zumal da hier die Beziehungen zur
ung der Jungen noch mannichfaltiger werden,
namentlich diejenigen Gebilde, welche die
rung der Eier bewerkstelligen, mannichfach
rt werden. Sehr häufig finden sich in den
n besonders ausgebildete Stellen vor, von
die einen durch drüsige Wände zur Bildung
rer Hüllen um das Ei, die andern zur Her-
von Neststätten zur innern Bebrütung ge-
erscheinen, und ebenso mannichfaltig wie diese
und Erweiterungen erscheinen auch die weib-
Begattungsorgane in ihrer Formgestaltung. Bei
Birbelthieren ohne Ausnahme herrscht eine ge-
eriodicität von längerer oder kürzerer Dauer
Geschlechtsfunction, welche sich namentlich bei
eibchen durch die Ausstoßung der Eier zu ge-
Zeiten kundgibt. Die Heranbildung der Eier
stocke, ihre successive Ausbildung bis zur end-
rennung und ihre Ausstoßung durch die Ei-
eschieht überall selbständig und selbst dann,
eine Befruchtung stattfindet; die Befruchtung
ner kann in zwei verschiedenen Stadien der Ei-
ung eintreten. Bei den einen nämlich, und
gehören die meisten Fische und Amphibien,
die Eier gänzlich ausgestoßen und ihre Be-
g geschieht erst außerhalb, meistens in dem
licke, wo sie aus der Geschlechtsöffnung des
ens hervortreten; bei den andern wird durch
ehr oder minder innige Begattung die be-
de Flüssigkeit in das Innere des weiblichen
smus eingeführt und die Eier kommen auf
inem Punkte ihrer Wanderung bald ganz in
he der Eierstöcke, bald weiter von denselben
t mit dem Samen in Berührung. Es versteht
n selbst, daß diese Weise der Befruchtung überall
n muß, wo das Junge sich innerhalb des
lichen Organismus bis zu einem gewissen Grade
et, zuweilen findet indeß dieselbe auch da statt,
e Entwickelung des Embryo erst nach der voll-
ständigen Ausstoßung des Eies beginnt. In der Beziehung der Frucht zu dem mütterlichen Organismus lassen sich ebenfalls mehrere Verschiedenheiten von großem Gewichte nachweisen. Bei den meisten Wirbelthieren erhält das Ei von dem Eierstocke so viel Dottersubstanz mit, daß der Embryo sich vollständig auf deren Kosten ausbilden kann und keiner weitern Stoffzufuhr, sei es von seiten des mütterlichen Organismus oder von außen her, bedarf. In diesen Fällen wird das Ei gewöhnlich noch in dem Eileiter von verschiedenen Hüllen, von Eiweiß und Schalenbildungen, eingeschlossen und dann nach der Ausstoßung in solche Verhältnisse gebracht, welche zur Entwickelung des Embryos nothwendig sind, wozu namentlich ein gewisser Grad von Wärme und Feuchtigkeit und der Zutritt von Sauerstoff gehören; Bedingungen, die sich bald von selbst finden, bald, wie bei den brütenden Thieren, von den sorgsamen Aeltern beschafft werden. Bei dem andern extremen Endpunkte dieser Beziehungen zwischen Mutter und Frucht findet sich bei dem ursprünglichen Ei nur eine kleine Dottermasse vor, ungenügend, die Ausbildung des Embryos zu bestreiten, der dann durch besondere Gefäße in innige Wechselwirkung mit den Gefäßen des mütterlichen Organismus tritt und aus dem Blute desselben die zu seiner Ausbildung nöthigen Stoffe bezieht. Zwischen diesen beiden Verhältnissen liegen mannichfache Zwischenstufen, indem bei den einen es nur auf äußere Zufälligkeiten ankommt, ob die losen Eier sich außerhalb oder innerhalb des mütterlichen Organismus entwickeln, während bei andern die Entwickelung im Innern zwar Regel ist, der Embryo oder das Ei aber deshalb in keine nähere Verbindung mit den Organen tritt, sondern frei in der Höhle des Eileiters liegt und nur durch Aufsaugung aus der Flüssigkeit, welche diese erfüllt, sich weitere Stoffe aneignen kann.

Die Entwickelung des Embryo geschieht bei dem Kreise der Wirbelthiere allgemein nach einem gemeinschaftlichen Grundplane, der sich indessen bei den verschiedenen Klassen und Ordnungen in mannichfacher Weise modificirt. Ueberall ist der Dotter von einer deutlichen Dotterhaut umgeben, die zuweilen sogar eine ziemlich bedeutende Dicke erreicht und die allmählich verschwindet, sobald der Embryo sich seine Hüllen aufgebaut hat.

Für die Entwickelung selbst sind manche Züge charakteristisch. Vor allen Dingen die Bildung einer innern Achse, aus dem Centraltheile des Skelets, der Rückenseite oder Chorda bestehend, welche sich überall bildet und bei vielen niedern Wirbelthieren das ganze Leben hindurch besteht, bei den andern allmählich durch die Wirbelsäule ersetzt wird. Mit dieser Bildung steht im innigsten Zusammenhange die Lagerung der Organe, und speciell des Dotters, d. h. des Bildungs- und Ernährungsmaterials, welches der Embryo in dem Ei mit erhält — auf der Rückenseite der Chorda findet sich stets das Centralnervensystem, welches sogar vor der Chorda angelegt wird; auf der Bauchseite die vegetativen Organe und mit ihnen der Dotter, der also bei allen Wirbelthieren bauchständig ist und häufig in einem besondern, innern oder äußern Sacke abgeschnürt wird. Charakteristisch ist ferner das frühe Auftreten des Herzens und der Blutcirculation, während bei den meisten Wirbellosen das Herz entweder gar nicht sich ausbildet oder sehr spät erscheint. Ebenso sind charakteristisch für alle Wirbelthier-Embryonen die am Munddarm sich bildenden Visceralspalten und Visceralbogen, welche bei den einen wirkliche Athemorgane, Kiemenspalten und Kiemenbogen werden, bei

den andern aber, ohne je Athemfunction zu erhalten, später zur Bildung anderer Organe verwendet werden. Von besonderer Bedeutung für die höhern Wirbelthiere ist endlich die Bildung zweier, vom Embryo selbst ausgehender Hüllen, von denen die eine eine Fortsetzung der äußersten Lage der Oberhaut bildet, während die andere aus den später dem Urinsysteme angehörigen Bildungen hervorgeht. In der That bildet sich die Schafhaut oder das Amnios in der Weise, daß die äußere Zellenlage der Haut sich an die Innenfläche der Eihaut anlegt und in dem ganzen Umkreise des Dotters mit derselben verwächst, da aber, wo der Embryonalkörper sich befindet, sich allmählich abzieht, zusammenwächst und gänzlich abschnürt, sodaß ein vollkommen geschlossener Sack um den Embryo herum gebildet wird. Die andere, mehr minder ausgebildete Hülle, die Harnhaut oder Allantois, entsteht als Ausstülpung der vordern Wand der Kloake und ist dazu bestimmt, die Gefäße des Embryo nach außen zu leiten und den Austausch zwischen dem Embryonalblute einerseits und den umgebenden Medien andererseits zu vermitteln. Dieser Austausch beschränkt sich bei den Eiern von Reptilien und Vögeln, wo der Dotter den Bildungsstoff des werdenden Embryo enthält, wesentlich nur auf Gase, also auf Athmung, während bei den Säugethieren, wo die Dottersubstanz nicht genügt, zugleich Ernährung und Athmung durch die Gefäße der Harnhaut und der aus ihr theilweise hervorgehenden Bildungen vermittelt wird.

Die Wirbelthiere stellen einen in sich abgeschlossenen Kreis dar, dessen eigenthümlicher Organisationsplan, nach den jetzigen Untersuchungen, nur zu einer einzigen Gruppe wirbelloser Thiere entfernte Beziehungen hat, nämlich zu den sogenannten Mantelthieren (Tunicaten) und auch hier nur zu der beschränkten Familie der Seescheiden. In der That erscheint bei diesen während der Embryonalentwickelung ebenfalls eine Chorda als Achsenstrang, auf deren einer Seite sich das centrale Nervensystem, auf der andern die Anlagen der vegetativen Organe ausbilden. Darauf beschränkt sich aber auch die ganze Gleichartigkeit der Bildung, indem von dieser ersten rudimentären Bildung an beide Typen sehr gesonderte Wege wandeln, die Seescheiden den ursprünglichen Wirbelthiercharakter verlassen, und die Chorda als Schwanz wegwerfen, während im Gegentheile die Wirbelthiere das innere Skelet und die weitern Bedingungen des Wirbelthiercharakters ausbilden. Da Wirbelthiere schon in den obern Stockwerken des silurischen Systems auftreten, so kann man nur sagen, daß der eigenthümliche Organisationsplan derselben schon in der frühesten Zeit hervorgetreten ist.

Wir theilen die Wirbelthiere ein, indem wir die schon früher durchgeführte und jetzt auch allgemein angenommene Trennung von Amphibien und Reptilien festhalten und zugleich mit Haeckel die Fische in drei Klassen zerlegen:

Kreis.	Hauptklasse.	Klasse.
Wirbelthiere (Vertebrata.)	Höhere Wirbelthiere. (Amniota oder Allantoidea.)	Säugethiere. (Mammalia.)
		Vögel. (Aves.)
		Schleicher. (Reptilia.)
	Niedere Wirbelthiere. (Anamnia oder Anallantoidea.)	Lurche. (Amphibia.)
		Fische. (Pisces.)
		Rundmäuler. (Cyclostomata.)
		Rohrherzen. (Leptocardia.)

Höhere Wirbelthiere.
(Amniota oder Allantoidea.)

Bei dem Embryo wird eine Schafhaut (Amnios) und eine Harnhaut (Allantois) gebildet. Die Visceralbogen tragen [illegible] Kiemenblättchen. Athmung nur durch [illegible] Die Schädelbasis zeigt in der Mitte [illegible] Beugung (Kopfbeuge) im embryonalen [illegible] stande. Keine Larvenbildungen. [illegible] ein Arterienstiel (Bulbus arteriosus) [illegible] Herzen.

Die allgemeinen Charaktere wurden schon [illegible] Man kann aber unter den Klassen, welche die [illegible] klasse bilden, noch zwei Gruppen unterscheiden [illegible] höhern, Säugethiere und Vögel, mit vollkommen [illegible] schiedenem Körper und Lungenkreislauf und [illegible] auch mit warmem Blute, und die Reptilien [illegible] vollkommen geschiedenem Kreislauf und kalt[illegible]

Warmblüter.

Mit vollkommen getrenntem Lungen- und Körper[illegible]

Klasse der Säugethiere (Mammalia.)
(Tafel 1 bis 11.)

Warmblütige, mehr oder minder [illegible] Wirbelthiere, welche Luft durch in der [illegible] höhle gelegene Lungen athmen, lebe[illegible] Junge gebären und dieselben durch [illegible] sonderung der nach außen sich entle[illegible] Milchdrüsen säugen. Brust- und [illegible] höhle sind durch eine quere, m[illegible] Scheidewand, das Zwerchfell, getrennt.

Die Körperformen sind sehr verschieden, [illegible] meistens wenigstens drei Regionen unterscheiden [illegible] Hals, Stamm, der die beiden Haupteingeweide [illegible] enthält und sich nach hinten in den Schwanz [illegible] Die Achse des Stammes wird meist horizontal [illegible] tragen und richtet sich nur in den menschenähnlichen Affen auf, um endlich im Menschen in [illegible] Stellung zu erlangen. Von der spindelförmigen [illegible] gestalt der Wale aus gehen die Formen [illegible] Menschen zahlreiche Abwechselungen ein, [illegible] indeß meistens als Princip feststeht, daß [illegible] auf den Extremitäten frei schwebend über [illegible] getragen wird.

Die Haut besteht aus einer zelligen [illegible] (Epidermis) und einer Gefäße und Nerven [illegible] Lederhaut (Cutis). An der ersteren läßt [illegible] eine mehr verhornte, äußere Schicht und [illegible] Schleimschicht unterscheiden, in deren weich[illegible] häufig Farbstoffe abgelagert sind. Die [illegible] stellt zuweilen ein grobmaschiges, von [illegible] drungenes Gewebe dar, wird aber in [illegible] äußerst dicht und fest. Die Haare sind [illegible] gemein und bedecken meist den ganzen Kö[illegible] in Ausnahmefällen (Wale) sind sie auf gewi[illegible] stellen, z. B. die Lippen, beschränkt. Sie [illegible] sich in einer besondern Einsenkung der [illegible] (Haarbalg), die oft bis unter die Lederhaut [illegible] und sitzen mit einer zwiebelartig verdickten [illegible] einem gefäßreichen Wärzchen auf, von [illegible] das Wachsthum des Haares fortschreitet. [illegible] scheidet: Flaumenhaare, fein und gestreckt; [illegible] fein und spiralig gedreht; Stichelhaare, [illegible] minder grob und gerade; Borsten und [illegible] aus den Stichelhaaren durch zunehmende [illegible] hervorgehen. Häufig, besonders an den [illegible] Ohren u. s. w. entwickelt sich der Nervenreich[illegible] Haarbalges bedeutend und bildet so die [illegible] (Schnurrhaare an den Lippen), welche [illegible] empfindungen vermitteln. Außer diesen [illegible] verbreiteten Haarbildungen entwickelt die [illegible] durch Verdickung und Verhornung, und zum[illegible] nahme der Wale ebenso allgemein an den [illegible]

naßen Gebilde, welche mit der Lebensweise der
e in engster Beziehung stehen und die wir als
tnägel (Unguis lamnaris), Kuppnägel (Unguis
ris), Krallen (Fulcula) und Hufen (Ungula)
cheiden. Weniger allgemein sind Schwielen an
ebenen, besonderm Drucke ausgesetzten Körper-
, welche sich zu Schuppen oder zu Hornbe-
ngen von Knochenauswüchsen oder selbständigen
ern entwickeln können. Stets finden sich in
haut Drüsen, von welchen die einen (Talg-
n) meist in den Haarbalg selbst einmünden und
haar gewissermaßen einölen, die andern (Schweiß-
n) häufiger fehlen. In vielen Fällen entwickeln
n besondern Körperstellen, oft in besondern Aus-
ngen der Haut, Drüsen, die meist eine mehr
minder übelriechende Schmiere absondern und
mit der Geschlechtsfunction in Beziehung
.

s Skelet besteht aus Knochen, welche eine festere
nschicht und innere mit Mark gefüllte Zellen be-
Die letztern dehnen sich in den Röhrenknochen
xtremitäten gewöhnlich zu einer einzigen Höhle,
Markhöhle, aus. Der Kopf wird aus dem Schädel
dem Unterkiefer, der daran beweglich angeheftet
nd von unten nach oben, freilich mit größerer
geringerer seitlicher Abweichung, wirkt, gebildet.
Schädel, dessen Knochen durch Nähte miteinander
nden sind, die nur im Alter oder auch (beim
belthiere) früher verwachsen, ist an dem Hinter-
e durch zwei Gelenkhöcker, die neben dem großen
hauptsloche stehen, mit der Halswirbelsäule ein-
t. Er besteht aus zwei Theilen, der das Gehirn
benden Hirnkapsel und dem Gesichtstheile, welcher
Sinnesorgane und den Eingang der Verdauungs-
Athemhöhlen umschließt. Keilbein und Hinter-
sbein verschmelzen fast bei allen früh; die Stirn-
dagegen, welche oft Zapfen von Hörnern oder
stöcke von Geweihen tragen, und die Zwischen-
beine nur bei den höchsten Ordnungen oder erst
ätem Alter. Das Verhältniß zwischen Gehirn-
und Gesicht ist sehr wichtig — je weiter vem
chen abwärts, desto geringer wird erstere im
ältniß zu letzterm. Die Halswirbelsäule be-
mit äußerst geringen, nur bei Faulthieren vor-
enden Abweichungen stets nur aus sieben Wir-
auf dem ersten, Atlas, bewegt sich der Kopf
Aufheben und Niedersenken mittels der beiden
kfortsätze des Hinterhauptes; die seitliche Be-
g des Kopfes geschieht, indem der Atlas mit
Schädel sich um einen vorspringenden Zahn des
n Wirbels dreht. Die Zahl der rippentragenden
wirbel wechselt zwischen 10—23; sie haben meist,
ers im Nacken, hohe Dornfortsätze; die Rippen
en nicht alle das Brustbein; nur die vordern
mit demselben durch Gelenke, die hintern durch
Knorpelstäbe verbunden; die letzten, sogenannten
n Rippen sind nur an den Wirbeln eingelenkt.
Lendenwirbel (2—9) haben breite Querfort-
die Kreuzwirbel (3—9) sind meist verwachsen;
chwanzwirbel wechseln außerordentlich an Gestalt
Zahl.
t Ausnahme der Cetaceen finden sich überall
Extremitäten, deren Bau zwar einen allgemeinen
yplan zeigt, der aber durch Anpassung an ver-
ene Lebensweisen außerordentlich wechselnde Aus-
ng zeigt. Auch bei den Cetaceen finden sich
ens, im Fleische versteckt, sehr kleine Knöchel-
als Rudimente der hintern Extremität. Beide
mitäten sind einander vollkommen homolog und
dadurch verschieden, daß die obere mehr oder
minder um ihre Längsachse gerollt ist. Sie bestehen aus dem Gürtel (Schultergürtel oder Becken), Mittelheil (Oberarm und Unterarm; Oberschenkel und Unterschenkel) und Endtheil (Handwurzel, Mittelhand, Finger; Fußwurzel, Mittelfuß und Zehen). Gegenüber den andern Amnioten zeigt der Schultergürtel eine bedeutende Reduction, indem er gewöhnlich nur aus einem Knochen, dem Schulterblatte, besteht, und zwar immer da, wo der Vorderfuß nur als Stütze dient; sobald verwickeltere Bewegungen erzielt werden, welche die Hand als Greiforgan auftreten lassen, bildet sich das Schlüsselbein als eigener Knochen aus; ein Rabenbein (coracoideum) existirt nur bei den Kloakenthieren als Anklang der Reptilienbildung. Oberarm (humerus) und Oberschenkel (femur) sind meist kurz und im Fleische versteckt; der Unterarm und der Unterschenkel ursprünglich aus zwei Knochen: Elle (Ulna) und Speiche (Radius), Schienbein (Tibia) und Wadenbein (Fibula), gebildet, doch verschmelzen diese Knochen häufig, wenn die Zehenzahl abnimmt, sodaß Speiche und Wadenbein nur als dünne Griffelfortsätze erscheinen. Aehnliche, mit der Reduction der Zehenzahl in Verbindung stehende Reductionen kommen bei Hand- und Fußwurzel, sowie bei Mittelhand und Mittelfuß vor. Die Normalzahl der Zehen ist fünf, und es ist wahrscheinlich, daß dieselbe bei allen Embryonen wenigstens virtuell angelegt wird; in Wirklichkeit aber variirt die Zahl der Zehen von 5 bis 1, und zwar geschieht diese Reduction nach zwei abweichenden Richtungen. Bei den einen, den Paarzehern (Artiodactyla), geht die Reduction darauf hin, die zwei mittlern Finger allein übrig zu behalten und die andern nach und nach verschwinden zu lassen, wie bei den Wiederkäuern; bei den andern, den Unpaarzehern (Perissodactyla) verschwinden nach und nach alle seitlichen Finger, sodaß zuletzt nur die Mittelzehe den Boden berührt (Pferde). Die Mittelzahlen zwischen diesen beiden extremen Reductionen und der ursprünglichen Fünfzahl sind bald aus der einen, bald aus der andern Richtung hervorgegangen. Von besonderer Wichtigkeit erscheinen die Umbildungen der Extremitäten in Beziehung auf die Lebensweise und die Arbeitstheilung, die dadurch documentirt wird, daß nur das eine Extremitätenpaar zu bestimmten, das andere zu andern Zwecken benutzt wird, wie z. B. das vordere bei den Fledermäusen nur als Flugorgan, das hintere nur als Klammerorgan, oder das vordere beim Menschen nur als Greiforgan, das hintere nur als Stütz- und Bewegungsorgan. Auf die Bildung der Extremitäten stützt sich zu großem Theile die Klassifikation der Säugethiere, sodaß bei den einzelnen Ordnungen näher darauf eingegangen werden muß.

Das Centralnervensystem, aus Gehirn und Rückenmark bestehend, ist ebenso wie das peripherische System der Cerebrospinalnerven und des sympathischen Systems hoch entwickelt. Bei den niedersten Säugern (Monotremen und Beuteltiere) ist das Großhirn glatt und ohne Windungen, der Balken (Corpus callosum) rudimentär, Vierhügel und kleines Gehirn unbedeckt und letzteres namentlich in seinem Mittelheile entwickelt, wie bei den Vögeln. Nach und nach treten die Furchungen und Windungen des Großhirns in verschiedener Richtung entwickelt auf und werden in ihrer Vermehrung und Ausbildung theils von der Ausbildung des Hirns selbst, wie von den Größenverhältnissen bestimmt. Die letzte Stufe der allmählichen Hirnentwickelung wird bei dem Menschen erreicht, wo die Hirnhemisphären das kleine Gehirn vollständig decken und überragen, Balken und Varolsbrücke wohl entwickelt, das Kleinhirn besonders in seinen Seiten-

theilen ausgebildet und die Windungen im höchsten Grade complicirt sind.

Die höhern Sinnesorgane sind stets paarig gebildet und am Kopfe gelegen; die Nasenhöhlen, die zugleich als Luftwege dienen, meist an der Spitze der Schnauze über den Lippen von knorpeligen und weichen Theilen beweglich umgeben, die innern Schleimhäute durch Faltungen complicirt. Nur bei den im Wasser lebenden Cetaceen ist die Nase nur Luftweg und nicht Geruchsorgan. Die Augen sind bei einigen unterirdischen Thieren gänzlich rudimentär und unter der Haut verborgen, bei andern nur klein, bei den Nachtthieren am größten; bei fast allen an den Seiten des Kopfes gelegen, sodaß die Sehachsen nur bei den höchsten Typen (Mensch, Affe) auf einen Punkt gerichtet werden können und dadurch stereoskopische Bilder möglich sind. Außer den beiden menschlichen Augenlidern ist das dritte am innern Augenwinkel (Nickhaut) meist mehr entwickelt. Die Pupille ist meist rund, bei Grasfressern, die Ebenen bewohnen, oft quer länglich, bei Kletterthieren (Katzen) häufig senkrecht oval. Das äußere Ohr fehlt selten und ist meist mit einer sehr beweglichen, zuweilen ungemein großen Ohrmuschel versehen, die von Knorpeln gestützt wird. Die Paukenhöhle mit der Kette der Gehörknöchelchen und der in die Rachenhöhle mündenden Eustachischen Trompete, die Schnecke und die drei halbzirkelförmigen Kanäle erreichen ihre höchste Ausbildung.

Der Eingang der Verdauungswerkzeuge, der Mund, ist meistens von weichen Lippen und Backen umgeben, in welchen letztern sich zuweilen Taschen zum Aufspeichern der Nahrung befinden. Nach oben wird die Mundhöhle durch den knöchernen und häutigen Gaumen von der Nasenhöhle getrennt, nach unten in dem Zwischenraume zwischen den beiden Aesten des Unterkiefers von der an ihrer Spitze und den Rändern meist freien Zunge geschlossen, die zuweilen auch als Greiforgan entwickelt ist. Zähne finden sich ursprünglich wahrscheinlich bei allen Säugern angelegt, kommen aber bei manchen (Wale, Schuppenthiere) nicht zur Entwickelung. Sie stecken fast immer in Zahnhöhlen (Alveolen) des Zwischen-, Ober- und Unterkiefers und sind mit geringer Ausnahme (Narwal) symmetrisch auf beiden Seiten und häufig auch oben und unten in gleicher Zahl und ähnlicher Gestalt ausgebildet. Nur bei den Säugethieren kommen zwei- und mehrwurzelige Zähne vor. Hinsichtlich des Alters gibt es, fast ohne Ausnahme, ein provisorisches Milchgebiß, das nach einiger Zeit abgeworfen und gegen ein definitives Gebiß umgetauscht wird. Das Milchgebiß ist gewissermaßen ererbtes Familieneigenthum und gleicht mehr dem definitiven Gebiß der Vorfahren; das definitive Gebiß ist der bestehenden Gattung eigenthümlich als Erwerb. Der Stellung und Form nach unterscheidet man: Gleiche Zähne, wo die ganze Zahnreihe dieselbe Form der Kronen zeigt (Delphine), und ungleiche Zähne. Unter diesen letztern unterscheidet man: Schneidezähne (Dentes incisivi), meist meißelförmig; sie stehen oben im Zwischenkiefer, unten an dem entsprechenden Theile des Unterkiefers; Eck- oder Hundszähne (Dentes canini), von Keil-, Haken- oder Hauerform, die, wenn entwickelt, über die andern Zähne hervorragen und in Lücken derselben eingreifen. Schneide- und Eckzähne haben stets entweder gar keine oder nur einfache Wurzeln. Backzähne (Dentes molares), meist zwei oder mehrwurzelig, mit flachen, stumpf- oder spitzhöckerigen oder schneidenden Kronen. Unter diesen unterscheidet man wieder die vordern, welche wie die Schneide- und Eckzähne gewechselt werden, als falsche Backzähne oder Lückenzähne (Dentes praemolares oder spurii) und die hintern als Mahlzähne, die erst nach dem Milchgebiß hervortreten und keinem Wechsel unterworfen sind. Die meisten Zähne sind aus wenigstens zwei Schichten, der eigentlichen Zahnsubstanz oder Elfenbein (Dentin) und dem außen dieselbe überkleidenden Schmelz oder Email zusammengesetzt, welcher nur auf der Krone und auch hier häufig nur auf der äußern Seite entwickelt ist. Bildet der Schmelz nur eine einfache Kruste, so heißen die Zähne einfach (Dentes simplices); dringen Falten von ihm nach innen ein, die als Mahlflächen erhabene Leisten oder Zeichnungen bilden, so nennt man sie schmelzfaltig (Dentes complicati). Sie werden die Leisten selbständig und die von ihnen geschlossenen Theile durch eine besondere knochenähnliche Substanz, das Cement, zusammengehalten; in vielen Fälle sind es zusammengesetzte Zähne (Dentes compositi). Nur bei dem Menschen in der heutigen Schöpfung und bei dem ausgestorbenen Anoplotherium sind sämmtliche Zähne eine festgeschlossene Reihe und bleiben die in derselben Ebene bleiben, bei allen andern Säugern finden sich Lücken, die entweder durch Abnahme vorragender Zahnkronen, z. B. der Eckzähne, durch Auseinanderweichen oder dadurch gebildet werden, daß einzelne Zähne gänzlich ausfallen, z. B. die Eck- und Lückenzähne bei Nagern, die obern Schneidezähne bei Wiederkäuern. Nur selten gibt es Zähne (Monotremen, Ameisenfresser), die aus hornigen Substanz gebildet sind und mehr Wucherungen der Oberhaut als wirklichen Zähnen gleichen. Betrachtung der Zähne und besonders des Verhältnisses des Milchgebisses zu dem definitiven Gebiß von äußerster Wichtigkeit sowol für die Systematik als auch für die geschichtliche Entwickelung der Säugethierformen.

Durch das Gaumensegel ist die Mundhöhle von der Rachenhöhle abgeschlossen, in welche von den hintern Nasenöffnungen (Choanen) einmündend und nach unten und vorn die Stimmritze führt, den Zugang zu dem Kehlkopfe und der Luftröhre vermittelt und ganz nach hinten, der Wirbelsäule unmittelbar anliegend, der Schlundkopf (Pharynx) der Speiseröhre (Oesophagus) die Nahrung nach dem Magen leitet, nachdem sie vorher in der Mundhöhle durch die Secrete verschiedener Speicheldrüsen durchfeuchtet wurden. Nur selten kommen kropfartige Erweiterungen der Speiseröhre, die sich ist der Magen häufig in mehrere Abtheilungen getheilt, was bei den Wiederkäuern den höchsten Grade erreicht. In den Dünndarm münden der ziemlich mäßig großen Leber herkommende Gallengänge, entweder direct von der Leber ausgeht oder eine besondere Ausstülpung, die Gallenblase, besitzt, der Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse (Pankreas). Der Pförtnertheil des Magens (Pylorus) ist durch eine Klappe gegen den langen Dünndarm dieser wieder gegen den Dickdarm ebenso verschlossen bar. – Am Anfange des Dickdarms findet sich mehr oder minder langer Blinddarm, der bei Pflanzenfressern (Pferd) dem Magen an Größe kommt. Der Mastdarm öffnet sich bei allen Säugern mit Ausnahme der Kloakenthiere (Monotremen) sondert hinter der Oeffnung des Urogenitalsystems.

Die Athemorgane beginnen mit den Nasenöffnungen, der sich durch die Stimmritze mit der Rachenhöhle, der sich durch die Stimmritze mit dem Kehlkopf, die Luftröhre, die Bronchen und die Lungen selbst fortsetzt. Diese letztern bilden zwei in der Brusthöhle aufgehängte Organe, in welche die Luftröhren sich bis zu den letzten, zellenähnlichen

eschlossenen Enden verzweigen. Die Athem-
gen werden durch die Zusammenziehungen des
lls und der Muskeln des Brustkorbes ver-
Die Stimme wird in dem obern Ende des
es durch die Stimmritze und die daran ange-
Stimmbänder erzeugt und häufig durch Neben-
des Kehlkopfes, die als Resonanz-Apparate
verstärkt.

Kreislauf ist stets vollkommen in seinen
geschlossen und das Centralorgan der Be-
das Herz, der Länge nach durch eine
band in zwei Abtheilungen getrennt; das rechte
e das Blut, welches vom Körper kommend in
gen zur Athmung strömt, das linke Herz für
t, welches von den Lungen zurückkehrt und
Körper vertheilt wird. Jede Herzabtheilung
aus zwei Höhlen: den Vorhöfen, in welche
t einströmt, den Kammern, aus welchen es
t. In der Jugend werden beide Blutbahnen
effnungen in der Scheidewand der Vorkammern
Loch) und durch Verbindungswege zwischen
und Lungenarterien (Botall'scher Gang) mit-
in Verbindung gesetzt; letzterer bleibt zu-
bei tauchenden Säugethieren offen, bei allen
aber schließen sich diese Oeffnungen nach der
und nach vollständiger Herstellung der Luft-
. Die Blutkörperchen sind klein, scheiben-
rund.

Nieren, nur selten in einzelne Lappen zer-
Bär, Seehunde), liegen zu beiden Seiten
belsäule im Becken als bohnenförmige Körper
nden stets durch besondere Harnleiter in die
se, welche die Harnröhre entsendet, die bei
en Geschlechtern in verschiedene Beziehung zu
chlechtstheilen tritt und nur bei den Kloaken-
n die Kloake selbst mündet.

Geschlechter sind überall getrennt und stets
ondern Begattungswerkzeugen versehen, da
uchtung innerhalb der weiblichen Organe ge-
und lebendige Junge geboren werden. Die
rig ausgebildeten Hoden liegen ursprünglich
Säugern in der Tiefe der Beckenhöhle an
rn Seite der Nieren, behalten aber diese ur-
che Lage nur bei den Walen, Kloakenthieren,
u, Elefant und Nashorn, bei den übrigen
e sich durch den Leistenkanal in die Weichen-
nter die Haut und erhalten bei Beutelthieren,
äusen, Affen und Mensch einen freihängenden
k, zu welchem sich (bei Carnivoren u. s. w.)
ache Uebergänge finden. Bei manchen Nagern
e nur zur Brunstzeit in den Hodensack. Aus
en entwickelt sich durch den Nebenhoden der
ter, der durch den Leistenkanal zurück in die
hle steigt und am Grunde der Ruthe jeder-
Die Harnröhre mündet, nicht ohne häufig be-
lebenausfadungen (Samenblasen) gebildet zu
Die Ruthe selbst zeigt in Form und Lage
he Verschiedenheiten. Schwellkörper sind stets
en; zuweilen liegt sie hoch im Geschlechts-
verborgen und ist undurchbohrt, sodaß die
eiter an ihrem Grunde sich öffnen (Mono-
Beutelthiere), in den meisten Fällen in einer
Mittellinie des Bauches angehefteten Scheide
n und durch einen innern Rutheuknochen ge-
nur bei Fledermäusen, Affen und Menschen
e frei herab.

weiblichen Geschlechtstheile bestehen, mit
me der Kloakenthiere, bei welchen, wie bei den
nur der linke Eierstock entwickelt und der
ıdimentär ist, aus zwei in der Nähe der Nieren
gelegenen Eierstöcken, in welchen die winzig kleinen, mit bloßem Auge nicht mehr sichtbaren Eier in größern, sackförmigen Kapseln, den Graaf'schen Follikeln, eingeschlossen und von Fasermasse umhüllt sind. Die Eileiter haben freie Oeffnungen, in welche die durch Bersten der Follikel freigewordenen Eier eintreten, um weiter nach außen zu wandern. Am Ende der Eileiter findet sich in den niedersten Formen je eine Erweiterung, eine Gebärmutter oder Uterus, welche bei den übrigen aber nach und nach von außen her zusammenschmilzt, sodaß aus dem doppelten Uterus, der noch bei Beutlern und Nagern vorhanden ist, ein zweihörniger mit gemeinsamem Endtheile (Wiederkäuer, Raubthiere), und zuletzt (Affen, Mensch) ein einfacher Uterus mit pyramidaler Höhle wird, in deren obere Zipfel die Eileiter einmünden. Die Gebärmutter öffnet sich in die meist einfache, nur bei den Beutelthieren doppelte und oft seltsam in Leierform ausgebildete Scheide (Vagina) die zwischen den äußern, meist spaltförmigen und mit weichen Schamlippen umgebenen Geschlechtstheilen nach außen sich öffnet und zur Aufnahme des Begattungsgliedes bestimmt ist. An der obern Ecke der Schamspalte befindet sich ein der Ruthe oft sehr ähnliches Wollustorgan, die Clitoris, an deren Basis die weibliche Harnröhre ausmündet. Das Ei wandert durch die Eileiter in den Uterus, verweilt dort längere oder kürzere Zeit, indem es durch die Ausbildung eines Mutterkuchens (Placenta) entweder in organische Verbindung mit den Wänden des Uterus tritt oder nicht, und wird nach größerer oder geringerer Ausbildung des Jungen durch die Geburt ausgestoßen. Nach der Geburt wird das Junge während einiger Zeit durch die Absonderung der Milchdrüsen (Mammae) mit Milch ernährt, die es aus den Zitzen saugt. Bei den Kloakenthieren fehlen die Zitzen ganz, bei den Walen sind sie äußerst kurz und in einer Rinne eingesenkt, bei den Beutelthieren am längsten und meist in einem Hautbeutel oder zwischen Hautfalten verborgen. Sie liegen symmetrisch bald ganz hinten in der Nähe der Schamspalte (Wale, Pferde), bei den meisten am Bauche, bei Fledermäusen, Seekühen, Affen, Mensch, an der Brust und entsprechen im allgemeinen der Zahl der Jungen, sodaß die geringste Zahl zwei, die höchste bis zwölf und mehr betragen kann.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint die Ausbildung des Jungen im Verhältniß zu dem mütterlichen Organismus. Das Ei, welches nur bei den Kloakenthieren eine ziemliche Größe erreicht, geht eine allgemeine Furchung ein und bildet durch dieselbe die Zellen, aus welchen sich der Embryo aufbaut. Dieser, in der bei Wirbelthieren gewöhnlichen Weise angelegt, bildet, wie bei allen höhern Wirbelthieren, ein Amnios oder Schafhaut, das ihn gänzlich einhüllt, und durch Ausstülpung eine Allantois oder Harnhaut, welche die Blutgefäße des Jungen nach außen leitet, bei Beutlern und Kloakenthieren aber die Wandung des Uterus nicht erreicht, sodaß hier gar keine Verbindung mit den mütterlichen Organen stattfindet und das werdende Junge nur aus der im Uterus ergossenen Sulze Stoff zum Wachsthum aufnehmen kann. Diese niedersten aller Säugethiere kann man demnach unter dem Namen der Säuger ohne Mutterkuchen (Aplacentaria) zusammenfassen. Bei allen übrigen aber erreicht die Allantois die Außenfläche des Eies und die Gebärmutterwandung und bringt dorthin Gefäßschlingen der Nabelarterien, welche durch Zotten auf der Oberfläche des Eies mit den Gefäßen der Gebärmutter derart in Verbindung treten, daß zwar der Kreislauf des Jungen

gänzlich von dem der Mutter getrennt ist, aber durch die feinen Gefäßwandungen hindurch ein beständiger Austausch der flüssigen und gasförmigen, im Blute aufgelösten Bestandtheile stattfinden kann. Auf diese Weise dienen die von der Allantois aus mit Gefäßen versehenen Zotten der Eihaut (Chorion) sowol zur Ernährung als zur Athmung, der Frucht.

Hinsichtlich der Anordnung dieser Zotten findet nun eine große Verschiedenheit statt. Bei den einen, den Zottenkuchlern (Villiplacentaria) stehen überall die Zotten bald einzeln, bald in kleine Wülste (Kotyledonen) vertheilt, auf der ganzen Oberfläche des Eies, was zugleich die Ausbildung einer von den Uteruswänden aus gebildeten Hülle, der hinfälligen Haut (Decidua), hindert, sodaß man diese Gruppe auch als Adeciduaten von den übrigen Säugern abtrennen kann. Bei diesen letztern erhalten sich die ursprünglich gefäßlosen, über das ganze Ei verbreiteten Zotten nur an einzelnen Stellen, nehmen dort die Gefäße der Allantois auf und bilden nun einen zusammenhängenden Mutterkuchen. Dieser selbst aber kann eine sehr verschiedene Gestalt annehmen. In einer großen Gruppe bildet er einen Quergürtel um das Ei, welches dadurch rundum an den Wänden des Uterus befestigt erscheint, sodaß nur die beiden, der Längsachse der Gebärmutter entsprechenden Pole freibleiben: Gürtelkuchler (Zonoplacentaria); bei einer kleinen ständigen Gruppe bildet der Mutterkuchen eine Haube oder Glocke auf dem einen Pole: Glockenkuchler (Campanoplacentaria); endlich in zahlreichen Gruppe bildet die Placenta eine scheibenförmige Scheibe, die nur einen Theil der Eiwand nimmt, Scheibenkuchler (Discoplacenta). Bei allen diesen Gruppen findet die mehr oder weniger ausgebreitete Bildung einer vom Uterus abgelösten Hülle statt, sodaß man diese Gruppen als Deciduaten den übrigen entgegenstellen kann.

Wenn so zur Eintheilung größerer Gruppen das Verhältniß zwischen Mutter und Frucht maßgebend, so muß man zu weiterer Umgrenzung der Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten andere Charaktere zu Hülfe nehmen, welche bei diesen Abschnitten näher besprochen werden sollen. Je mehr die Wissenschaft sich ausbildet, desto mehr wird auch die Gruppirung die genetische Ausbildung der Organe und Typen zu Hülfe genommen werden müssen, der Gesichtspunkt, der bis jetzt wegen mangelhafter Elemente nur in wenigen Gruppen berücksichtigt werden kann.

Die dem jetzigen Stande der Wissenschaft entsprechendste Klassifikation der Säugethiere dürfte folgende sein:

Klasse der Säugethiere (Mammalia).

Unterklassen.	Legionen.	Unterlegionen.	Gruppen.	Ordnungen.
Monodelphia oder Placentalia.	(Deciduata.)	Scheibenkuchler (Discoplacentaria).	Vorderhänder (Primates.)	1 Zweihänder (Bimana)
				2 Affen (Quadrumana)
				3 Flatterthiere (Chiroptera)
				4 Insektenfresser (Insectivora)
				5 Nager (Rodentia)
		Glockenkuchler (Campanoplacentaria).		6 Halbaffen (Prosimia)
		Gürtelkuchler (Zonoplacentaria).		7 Raubthiere (Carnivora)
				8 Robben (Pinnipedia)
				9 Rüsselthiere (Proboscidea)
				10 Scheinhufer (Lamnungia)
	(Adeciduata.)	Zottenkuchler (Villiplacentaria).	Ungleichzeher (Perissodactyla).	11 Einhufer (Solidungula)
				12 Vielzeher (Polydactyla)
			Gleichzeher (Artiodactyla).	13 Schweinsthiere (Chaeropotamus)
				14 Wiederkäuer (Ruminantia)
			Fischsäuger (Natantia).	15 Seekühe (Sirenia)
				16 Wale (Cetacea)
				17 Zahnarme (Edentata)
Didelphia oder Implacentalia.				18 Beutelthiere (Marsupialia)
				19 Kloakenthiere (Monotremata)

Unterklasse der Monodelphen.

Die Frucht tritt durch Ausbildung von gefäßreichen Mutterkuchenzotten in organische Verbindung mit den Gebärmutterwandungen und wird während längerer Zeit des Verweilens im Uterus durch Austausch mit dem Blute der Mutter ernährt. Der Balken des Gehirns ist vollständig entwickelt. Keine Beutelknochen am Becken.

Legion der Deciduaten.

Die gefäßhaltigen Zotten sind zu einem zusammenhängenden Mutterkuchen zusammengeschmolzen und eine hinfällige Haut vom Uterus aus gebildet.

Unterlegion der Scheibenkuchler (Discoplacentaria).

Der Mutterkuchen bildet eine Scheibe, die an bestimmten Orte auf der Oberfläche des Eies und durch den Nabelstrang mit der Frucht verhängt.

Gruppe der Vorderhänder (Primates).

Der wesentlichste Charakter dieser Gruppe des Säugethiertypus besteht in der allmählichen Ausbildung wirklicher Hände mit gegenstellbaren Daumen an den vordern Extremitäten, der Entwickelung windungsreichen, voluminösen Gehirns, das in dem von der Sylvi'schen Spalte umgrenzten eine besondere Gegend, die sogenannte Insel, entwickelt.

Erste Ordnung.

Zweihänder (Bimana).

Ordnung wird nur von einer einzigen Familie
attung, dem Menschen (Homo) hergestellt. Die
chnenden Hauptcharaktere sind: Ueberwiegende
bung des Gehirns und der Gehirnkapsel, unter
r das Gesicht fast gänzlich geborgen ist; Zahn-
aus den drei Zahnarten zusammengesetzt, ohne
und mit auf gleicher Fläche sich haltenden
n; vollkommen durchgeführte Arbeitstheilung
en den Extremitäten, sodaß die hintern nur
rgane (Füße), die vordern nur Hände, d. h.
rgane sind; aufrechter Gang; artikulirte Sprache.
gehen auf diese Ordnung nicht näher ein, da
ysische Betrachtung des Menschen einer andern
lung zugetheilt ist.

Zweite Ordnung.

erhänder oder Affen (Quadrumana).

etterthiere mit Händen an allen vier
emitäten, die nur zuweilen an den Vor-
liedern nicht ganz ausgebildet sind.
ständiges Gebiß mit kleiner Lücke für
hervorragenden Eckzähne; Backzähne
fhöckerig. Augenhöhlenring geschlossen.
n nach vorn gerichtet. Zwei Zitzen an
Brust.

Körperbau im allgemeinen menschenähnlich,
. Dichtes Haarkleid mit Ausnahme einzelner
Stellen bei einigen. Die Arme meist länger
ie Beine. Der Daumen an den Hinterhänden
vollständig entwickelt; an den Vorderhänden zu-
rudimentär oder ganz fehlend. Der Daumen
stets einen menschenähnlichen Kuppnagel; die
en Finger meistens. Der Schwanz ist sehr ver-
en entwickelt, bald sehr lang und als Greif-
z mit nackter unterer Endfläche versehen, bald
oder ganz rudimentär. In der Jugend ist in-
der geringern Entwickelung der Kiefer und des
iegens der Gehirnkapsel der Kopf sehr menschen-
h gestaltet; mit zunehmendem Alter treten die
mehr hervor und auf dem Schädel entwickeln
orzugsweise bei den Männchen, hohe Knochen-
e zum Ansatz der kräftigen Beißmuskeln, wodurch
ganze Ansehen stets thierähnlicher wird. Man
iche, als Beleg hierzu, die Schädel des jungen
g (Taf. 1, Fig. 1), des jungen Schimpanse
3) und Gorilla (Fig. 5) mit dem Schädel des
fenen Gorilla-Männchens (Fig. 4). Das
n, ganz nach dem Plane des menschlichen gebaut,
ndessen im Verhältniß seines Volumens zu dem-
n des Körpers, sowie in der Ausbildung der
ngen weit hinter dem menschlichen zurück; bei
teisten zeichnet es sich noch durch einen eigen-
chen, am Hinterhirne befindlichen Klappdeckel
Die Hemisphären decken bei senkrechter Ansicht
Kleinhirn vollständig. Selbst die menschenähn-
n Affen sind, wie ihr Skeletbau (Fig. 1)
nicht zum aufrechten Gange befähigt; sie be-
sich in dieser Stellung nur schwerfällig am
fort, indem sie sich auf den äußern Rand der
stützen. Alle Affen sind in beiden Hemisphären
ie Palmenregion beschränkt; in Europa lebt
in Trupp Magots auf dem Felsen von Gibraltar.
sind Kletterthiere, die einen im Walde, die
n in felsigen Gegenden; nähren sich von Früch-
Samen, kleinen Thieren, Vögeln, Eiern, Insekten
halten sich in Trupps oder in einzelnen Familien zusammen, die von den ältesten Individuen geführt werden. Meist nur ein Junges, das zärtlich gepflegt wird. Die meisten sind in der Jugend gelehrig infolge des außerordentlich entwickelten Nachahmungstriebes, werden aber mit zunehmendem Alter tückisch, boshaft und zänkisch. Die Mütter pflegen ihre Jungen mit großer Liebe, und die Alten sind zur Vertheidigung derselben stets bereit. Während die zum Sprichwort gewordenen boshaften und liederlichen Eigenschaften den meisten gemein sind, zeigen indeß einige menschenähnliche Affen in der Jugend mehr Ernsthaftigkeit und gemüthvolle Seiten des Charakters. Es ist noch zweifelhaft, ob die ältesten Reste ausgestorbener Affen der ältesten Tertiärzeit angehören; in der Molassezeit kommen sie häufig auch in Europa vor.

Erste Unterordnung.

Schmalnasen (Catarrhini). Affen der Alten Welt.

Zahnformel wie beim Menschen: $D\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{2}$; $M\frac{3}{3}$. 32 Zähne im ganzen. Schmale Nasenscheidewand. Niemals Greifschwänze. Alle Finger mit Kuppnägeln.

Familie der Menschenaffen (Anthropomorphi). Kein Schwanz, keine Backentaschen, keine Gesäßschwielen. Wir kennen drei Gattungen, welche durch verschiedene Charaktere dem Menschen sich nähern. Der Gorilla (Gorilla Ina) neuerdings in Guinea entdeckt, der größte Affe, über 2 Meter hoch, schwarz behaart mit menschenähnlichsten Extremitäten, aber am weitesten vom Menschen entfernter Schädel und Hirnbildung. Der Schädel in der Jugend rundlich, glatt (Taf. 1, Fig. 3 und 5); im Alter, namentlich beim Männchen, mit ungeheuern Leisten und Eckzähnen ausgerüstet, wodurch er pavianähnlich wird (Fig. 4). Wildestes Thier von Riesenstärke, noch nicht lebend nach Europa gebracht. Aus derselben Gegend der kleinere Schimpanse (Troglodytes niger, Fig. 2), ebenfalls schwarz, mit großen Ohren und Lippen, längern Armen, häufig jung nach Europa gebracht, von sanftem Naturell, im Schädel- und Zahnbau dem Menschen am ähnlichsten, da die Knochenleisten auf der Mitte des Schädels kaum zusammenkommen (Fig. 3). Der Orang-Utang (Simia satyrus, s. das Skelet, Fig. 1), $1^1/_2$ Meter hoch, mit ungemein langen Armen, die bei aufrechter Stellung zur Erde reichen, von rostrother Farbe, mit nackten Backenschwielen im Alter und menschenähnlichstem Gehirn, auf Borneo und Sumatra beschränkt, jung ebenfalls oft nach Europa gebracht. Alle sind Waldthiere und bedächtig in ihren Bewegungen.

Familie der Gibbons (Hylobatides.) Im übrigen den Menschenaffen ähnlich, aber mit kleinen nackten Gesäßschwielen am Hintern und ungeheuer langen Armen. Außerordentlich flink im Klettern und Springen, leben in den dichtesten Wäldern Ostindiens und der Sunda-Inseln.

Familie der Schlankaffen (Semnopitheci). Langer, sehr schlanker Körper, Glieder und Schwanz; kleine Gesäßschwielen, keine Backentaschen. Der Daumen zuweilen verkürzt oder rudimentär, besonders bei den afrikanischen Mitgliedern der Familie (Colobus), bei den Asiaten meist gut entwickelt. Der Magen ist dreitheilig, fast ähnlich demjenigen der Wiederkäuer. Der Kahau (Semnopithecus Nasua, Fig. 6) merkwürdig durch seine nur durch Knorpel gestützte, verlängerte Nase.

Familie der Meerkatzen (Cercopitheci). Meist schlanke Formen mit langem Schwanze und Gesäßschwielen, wie die vorigen, aber mit Backentaschen. Die echten Meerkatzen nur in Afrika; in Afrika und

Asien auch die Macaken mit oft verkürztem Schwanze und kräftigem Körperbau, zu den Pavianen hinüberführend. Zu dieser Uebergangsgruppe gehört der Magot (Inuus ecaudatus, Fig. 8), der Affe der Kamelführer, der einzige europäische Affe, der indessen früher ebenso weit verbreitet war auf dem Nordrande des Mittelmeers, als die Palmen reichen, während die südafrikanische Mona (Cercopithecus Mona, Fig. 7) ein Repräsentant der echten, schlanken Meerkatzen ist.

Familie der Paviane (Cynocephali), Felsenaffen von gedrungenem, starkem Körperbau, mit hundsähnlicher Schnauze, fürchterlicher Bezahnung, besonders mit riesigen Eckzähnen und stark entwickelten Knochenkämmen am Schädel (Pavian, Cynocephalus Sphinx, Fig. 10), die sich dem wildesten Raubthiercharakter gleichstellen. Schwanz mittellang, kurz oder selbst rudimentär. Backentaschen, große nackte Gesäßschwielen und Wangen, oft lebhaft roth und blau gefärbt. Starke, wilde Thiere, mit wenigen Ausnahmen in Afrika heimisch: der Mandrill (Cynocephalus Mormon, Fig. 9) an der Westküste; andere, zum Theil durch die altägyptischen Darstellungen schon bekannte Arten (der Mantelpavian, Cynocephalus hamadryas, wurde göttlich verehrt), im östlichen Afrika.

Zweite Unterordnung.

Breitnasen (Platyrrhini). Affen der Neuen Welt.

Die breite Nasenscheidewand trennt die beiden, oft röhrenförmig zur Seite stehenden Nasenlöcher. 36 Zähne, ein Lückenzahn mehr. $D\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{3}{3}$. Eck- und Backenzähne kleiner als in der vorigen Unterordnung. Niemals Backentaschen oder Gesäßschwielen; stets langer Schwanz; Vorderdaumen oft rudimentär; Kuppennägel an allen Fingern; oft Greifschwanz; häufig Resonanztrommeln am Kehlkopf. Nur Baumaffen; in geistiger Beziehung hinter den vorigen zurückstehend.

Familie der Rollaffen (Gymnuri). Auf der untern Fläche nackter Greifschwanz, der zum Anheften und Schleudern des Körpers dient. Hierher die Brüllaffen (Schwarzer Brüllaffe, Mycetes niger, Taf. 1, Fig. 11) von mehr gedrungener Körpergestalt, mit großen Stimmtrommeln am Kehlkopfe, die nachts in den südamerikanischen Wäldern ein unerträgliches Geheul ausstoßen; die schlanken Kapuzineraffen (Cebus Apella, Fig. 13), mit oft sonderbarem Haupt- und Barthaar; die den Schlankaffen entsprechenden Spinnenaffen (der Koaita, Ateles paniscus, Fig. 12), ohne Daumen an den langfingerigen Vorderhänden.

Familie der Schweifaffen (Pithecidi). Mit überall behaartem Schwanze, sonst den andern gleich. Hierher der Nachtaffe (Nyctipithecus trivirgatus, Fig. 14) aus Guyana, bei dem durch die Entwickelung der eulenartigen großen Augen die Nasenscheidewand schmal geworden ist.

Dritte Unterordnung.

Krallenaffen (Arctopitheci).

32 Zähne, wie bei den Schmalnasen, aber drei Lückenzähne und nur zwei Backzähne: $D\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{2}{2}$. Kleine südamerikanische, dicht behaarte, langsame Aeffchen mit spitzhöckerigen Backzähnen, die sich denjenigen der Insektenfresser nähern. Nase sehr breit; Nasenlöcher seitlich. Der Daumen nur an den Hinterhänden opponirbar, und auch hier nur mit einem Kuppnagel bedeckt; die übrigen Finger sämmtlich mit Krallen b[illegible] Schwanz sehr lang, behuscht; häufig Haar[illegible] den Ohren, Mähnen u. s. w. Gegen Kälte [illegible] pfindliche niedliche Thierchen aus der heiße[illegible] zone Südamerikas, die sich hauptsächlich von [illegible] nähren. Das dichte Wollhaar hat einen [illegible] Glanz. Quiekende Stimme, daher der Na[illegible] Art, des Uistiti (Jacchus vulgaris, Taf. 1, [illegible]

Dritte Ordnung.

Flatterthiere (Chiroptera)

Flatterthiere mit einer zwischen den [illegible]ten Fingern und Armen ausgespannt[illegible] haut und vollständigem Gebiß. Zi[illegible] an der Brust.

Eine durchaus abweichende Ordnung, die [illegible] größten Theil aus den Insektenfressern bei[illegible] haben mag, indessen schon im obern Eocen be[illegible] zeit (Gips von Montmartre) versteinert [illegible] hinterlassen hat. Der wesentlichste Charakter [illegible] im Zahnbau sehr abweichenden Thiere beh[illegible] Einrichtung zum wirklichen Fliegen, das de[illegible] Arten dem der Schwalbe an Schnelligkeit ni[illegible] keit nicht nachsteht. Vor allem sind es de[illegible] Extremitäten, deren Bau durchaus eigen[illegible] (Taf. 2, Fig. 8). Der Schultergürtel ist [illegible] mächtiges Schlüsselbein (a) festgestützt auf [illegible] mit einem mittlern Kamm versehene Brust[illegible] daß diese Structur entfernt derjenigen der S[illegible] lich wird. Oberarm (o) und Vorderarm (v) [illegible] lang, die Handwurzel (m) kurz und rudi[illegible] der Mittelhand. An ihr sitzt der mit [illegible] versehene kurze Daumen (t) und die vier [illegible] und dünnen Finger (k), deren Endglied (i) [illegible] läuft und keine Kralle trägt. Die Rippen [illegible] durch Knorpel, sondern durch Knochen mit [illegible] bein verbunden; das lange und schmale [illegible] verwachsen; die Hinterbeine, Schenkel (d) [illegible] schenkel (e) lang und dünn, Handwurzel [illegible] Mittelhand (g) wieder sehr kurz und rudi[illegible] fünf Zehen (h) mit krummen Krallen be[illegible] Schwanz (c) bald kürzer, bald länger. [illegible] haut (b) spannt sich zwischen der Seite[illegible] Körpers, dem Arme, Vorderarme, den [illegible] dem Schenkel und Unterschenkel aus [illegible] manchen Fällen den Schwanz bloß oder [illegible] ganz in andern. Durch das Zusammenlegen [illegible] der Arme und Beine wird sie in der Ruhe [illegible] gepreßt, den sie mantelartig umhüllt. Beim [illegible] stützt sich die Fledermaus auf die Daumen[illegible] schiebt den Körper mittels der Hinterfüße nach [illegible] in der Ruhe hängt sie an den Krallen der [illegible] füße, mit dem Kopfe nach unten, in [illegible] haut wie in einen Mantel gehüllt (Fig. [illegible] eingehüllt trägt sie auch das Junge, solan[illegible] säugt wird, und beim Fluge krallt sich de[illegible] die Mutter an. Alle Fledermäuse sind [illegible] Thiere, die tags über in Schlupfwinkeln, [illegible] hohlen Bäumen, Kaminen, auf Speichern [illegible] schlafen und bei sinkendem Tageslichte od[illegible] Nacht nach Nahrung umherfliegen. In [illegible] Klimaten fehlen sie ganz; in den übrigen [illegible] bringen sie die Zeit, wo sich keine Nahrung [illegible] findet, bei uns den Winter, oft in ungeheuer[illegible] in ihren Schlupfwinkeln schlafend zu. Sie [illegible] zwei durch wesentliche Unterschiede in Bau, [illegible] und Ernährung verschiedene Unterordnungen.

Erste Unterordnung.

Fledermäuse (Insectivora).

Kopf ist rund, das Maul weit gespalten, die kurz, die Augen klein, zuweilen fast versteckt, astfinn dagegen sehr entwickelt und meist auch vergrößerte Ohren, blattförmige Aufsätze auf und er Nase unmittelbar verstärkt. Die Bezahnung 2, Fig. 13, 14) ist ganz diejenige der Insektenfresser, mit der Ausnahme, daß gewöhnlich hinter den schneidenden Schneidezähnen, die indessen bei namentlich im Oberkiefer leicht ausfallen, spitze lange, hakenförmig gekrümmte Eckzähne stehen, bei einigen, z. B. den Vampyren, so weit nach rücken, daß sie den Platz von Schneidezähnen men. Die Lücken- und Backzähne sind stets mit en, spitzen Zacken besetzt, welche etwa wie die lt geschränkten Zähne einer Säge sich ausnehmen von oben nach unten ineinandergreifen. In der ickelung und Zahl dieser Zähne herrscht manche hiedenheit, wie aus den beiden gegebenen Figuren rgeht. Die Augenhöhlen am Schädel sind nicht offen, sondern nach hinten gegen die Schläfe ge-, selbst wenn sie ringförmig begrenzt sind. Bei ist die Ohrecke (tragus) zu einer eigenthümlichen appe entwickelt und ebenso die Gegenecke (anti-s) in mannichfacher und oft bizarrer Weise aus-et. Die häutigen Fortsätze auf der Nase nehmen hr sonderbare Gestalten an, und wenn auch diese nach den neuesten Untersuchungen keine speciellen rgane ausgebildet haben, so beweist doch ihr nreichthum, sowie die Versuche Spallanzani's, ie ein feines Tastgefühl besitzen. Eine geblendete rmaus vermeidet ebenso geschickt Fäden und andere laume befindliche Gegenstände beim Fluge, als solche, die noch ihre Augen hat, während sehende rmäuse, welchen Ohren und Nasenfortsätze gestutzt leicht anrennen.

nige Fledermäuse tropischer Gegenden saugen Blut, aber nähren sich, und die hiesigen ausschließ-von Insekten, welche sie im Fluge wegfangen. europäischen Arten sind deshalb ohne Ausnahme nützliche Thiere, welche ununterbrochen während Sommers der Jagd nach den schädlichen Nacht-en obliegen und also denselben Dienst thun, wie Schwalben am Tage.

milie der Blattnasen (Histiorhina). Die Nase t blattförmigen Anhängen geziert, die meist aus hintern, größern, leier- oder lanzettförmigen, cht gestellten Blatte, seitlichen Anhängen und vordern Quersattel bestehen. Der Zwischen-ist sehr klein, in der Mitte besetzt, nicht mit dem ieser verwachsen, der Unterrand der Ohren vom rand durch einen Einschnitt getrennt, die Ohr-nicht immer entwickelt. Hierher gehören die erikanischen blutsaugenden Formen, bei welchen arken Eckzähne, womit sie die Haut der Thiere neiden, stark nach vorn gerückt sind, der Vampyr lostoma spectrum, Kopf desselben, Fig. 9) mit Nasenaufsatz, der einem Hellebarteneisen gleicht, einem halben Meter Flugweite und platter Zunge, die Blutsauger (Glossophaga), deren lange wurm-ige Zunge sich zu einer Art Saugröhre um-pen kann. In unsern Gegenden gehören die in Wäldern fliegenden und nur Insekten fressen-Hufeisennasen (Rhinolophus, Schädel derselben, 13) dazu.

amilie der Glattnasen (Gymnorhina). Die Nase t, ohne Aufsätze, das Gesicht mausähnlich. Ohren Ohrklappen sehr veränderlich, bald sehr groß, bald gewöhnlich entwickelt. Der Zwischenkiefer in der Mitte tief ausgebuchtet, mit dem Oberkiefer verwachsen. Die Ohrfledermaus (Plecotus auritus, hängend Fig. 10, fliegend Fig. 11) geht unter allen europäischen Arten am weitesten nördlich; die große Speckmaus (Vesperugo noctula, Skelet, Fig. 8) erreicht über 1 Fuß Flugweite; die gemeine Speckmaus (Vespertilio murinus) siedelt sich besonders gern in Kaminen an und wird fälschlich deshalb beschuldigt, den Speck anzuschneiden; die Mopsfledermaus (Synotus barbastellus, Fig. 12, Schädel Fig. 14), die wir kriechend abbilden, fliegt vorzugsweise an Sümpfen und stehenden Gewässern.

Zweite Unterordnung.

Früchtefresser (Frugivora).

Die Einrichtung für den Flug ist dieselbe, sonst aber der Bau gänzlich verschieden. Der lange isolirte Daumen trägt eine Kralle, der in den Flügel eingeschlossene Zeigefinger ebenfalls. Der Kopf ist hundeartig in der Form (daher auch der Name Fledermaus-hund); keine Spur von Ansätzen an Nase oder den hundeartig gebildeten Ohren ohne Klappe und Gegenecke. Der Schwanz nur rudimentär. Das Gebiß gänzlich verschieden. Die Schneidezähne fallen leicht aus, die Eckzähne sind nicht sehr bedeutend, stumpf, die Backzähne stumpfhöckerig, eher denjenigen kleiner Affen oder Dickhäuter, als denen der Fledermäuse ähnlich. Es sind verhältnißmäßig große Thiere, die bis zu 1 Meter und mehr Flugweite erreichen, rauhen Pelz haben und nur in den Tropenwäldern Afrikas, Ostindiens und Neuhollands vorkommen, wo sie von Früchten leben. Sie versammeln sich in großen Scharen zum Tagesschlafe auf besondern Lieblingsbäumen, richten oft großen Schaden in Pflanzungen an, werden ihres schmackhaften Fleisches wegen geschätzt und sogar in besondern Behältern gemästet. Die bekannteste Art ist der fliegende Hund oder Kalong (Pteropus edulis, Taf 2, Fig. 7), der im Indischen Archipel zu Hause ist und neuerdings öfter lebend nach Europa gebracht wurde.

Vierte Ordnung.

Insektenfresser (Insectivora).

Scheibenkuchler mit langer spitzer Schnauze, allen drei Arten von Zähnen, kleinen Eckzähnen, einspitzigen Lückenzähnen, mehrspitzigen Backzähnen und bauchständigen Zitzen. Ausgebildete Schlüsselbeine, Zehen mit Krallen bewaffnet. Sohlengänger. Windungsloses Gehirn, Augen stets klein, oft verkümmert.

Die kleinen Raubthiere, welche diese Ordnung zusammensetzen und fast alle ein nächtliches Leben, zum Theil unter der Erde führen, haben alle einen langgestreckten Kopf, dessen Schnauze oft noch durch einen Rüssel verlängert wird, gedrungenen Körperbau, meist kurze, kräftige Füße, die platt auf den Boden mit der ganzen Sohle aufgesetzt werden. Die Zähne sind oft sehr zahlreich, wodurch sich das Gebiß manchen Beutelthieren nähert, und sehr verschieden gebildet im einzelnen, während im ganzen die Spitzhöckerform vorherrscht. Die Schneidezähne bald sehr klein, bald einer derselben sehr groß, sodaß er die Stelle des stets unbedeutenden Eckzahns vertritt, häufig in der Unterkinnlade fast wagerecht nach vorn gestreckt (Spitzmäuse); die Lückenzähne klein, einfache Spitzen, die Backzähne mit drei bis fünf Spitzen, meist in zwei Reihen geschränkt und von oben nach unten ineinandergreifend. Die Vorderbeine meist frei beweglich und

das Schultergelenk durch ein vollständig ausgebildetes Schlüsselbein gestützt, wie bei den höhern Nagern, welchen die Thiere auch durch das windungslose, glatte, das kleine Gehirn nicht bedeckende Großhirn sich anschließen. Einzig der Tastsinn bedeutender entwickelt; die Augen bei den unterirdischen Arten fast ganz verkümmert oder sehr klein; die Ohrmuscheln zuweilen ganz fehlend. Die Geschlechtstheile nagerartig, mit sehr großen Samenblasen beim Männchen. Hierdurch, sowie durch den Bau des Mutterkuchens, des Gehirns, die Anwesenheit der Schlüsselbeine, die freiere Beweglichkeit des Kiefergelenks und die Anordnung der Zähne, unterscheiden sich die Insektenfresser scharf von den Raubthieren, mit denen man sie früher zusammenstellte. Es sind nächtliche oder doch versteckt lebende Thiere beider Hemisphären, die paarweise sich halten, außerordentlich gefräßig sind und vorzugsweise von Würmern und Insekten, aber auch von Eiern und kleinen Vögeln leben.

Familie der Maulwürfe (Talpida). Körper cylindrisch zum Graben und Wühlen unter der Erde eingerichtet. Vorderbeine kurz, dick, die breite Hand, deren Zehen theilweise verwachsen sind, nach außen gestellt und häufig noch mit einem besondern Sichelknochen auf der Außenseite versehen, der ihre Fläche vermehrt; Brustmuskeln sehr kräftig an einem Kamme des Brustbeins sich anheftend; im Nackenbande und im Rüssel ein eigener Knochen oder Knorpel, der die Kraft des Kopfes (Taf. 2, Fig. 18) beim Wühlen vermehrt. Zähne sehr zahlreich (44 bei unserm Maulwurf, dessen Zahnformel: $D\frac{3}{4}$; $C\frac{1}{1}$; $M\frac{7}{6}$); Hinterfüße schwach, fünfzehig; Schwanz kurz oder länger; Haar seidenartig weich. Unser Maulwurf (Talpa europaea, Fig. 17) mit kleinen, im Pelz versteckten Augen, grauem Seidenhaar und kurzem Schwanze, legt sich eine künstlich construirte Wohnung in einiger Entfernung von seinem Jagdrevier, zu dem er durch eine Laufröhre gelangt, einige Fuß unter der Erde an und jagt besonders nach Engerlingen und Regenwürmern, durch Auswühlen von Jagdröhren, die mittels ausgeworfener Erdhaufen bezeichnet sind. Dadurch kann er an einigen Orten unbequem werden; durch Vertilgung der Insektenlarven, Würmer und Schnecken ist er aber stets nützlich. Wir bilden außerdem den canadischen Maulwurf ab (Condylura cristata, Fig. 23) der durch längern Schwanz und die Sternscheibe an dem Rüssel sich auszeichnet.

Familie der Spitzmäuse (Soricida). Kleine, mausartige Thiere mit nacktem oder wenig behaartem Schwanz, riechenden Bisamdrüsen auf der Seite des Körpers oder an der Schwanzwurzel; rauhem Haar, das zuweilen mit stachelähnlichen Borsten untermengt ist. Zahnsystem sehr verschieden; bei fast allen die Schneidezähne des Unterkiefers groß und fast wagerecht, diejenigen des Oberkiefers dagegen fallen bei den einen früh aus, während sie bei den andern durch Größe und Form die Eckzähne ersetzen und bei andern diese letztern scharf und spitz sind; die Backzähne verschmelzen oft in eine Masse, die wie eine Mauer mit Zinnen auf dem Kiefer aufsitzt; die scharfen Spitzen nutzen sich bei andern so ab, daß Pflanzennahrung angedeutet ist. Die Thierchen leben in Löchern, sind besonders bei Nacht thätig, fallen nicht in Winterschlaf, nähren sich vorzugsweise von Insekten und deren Larven, sind also sehr nützlich; werden von den Katzen todtgebissen, aber nicht gefressen. Einige haben Schwimmhäute an den Hinterfüßen (Desman, Myogale), die meisten nicht. Unsere Wasserspitzmaus (Crossopus fodiens, deren Schädel wir abbilden, Fig. 20), gehört, obgleich meist in und an dem Wasser lebend, doch der zahlreichern Gruppe ohne Schwimmhäute an. Sie ist den Fischteichen sehr schädlich, da sie selbst größere Fische angreift. Zu ihnen gehört auch der gewöhnlichen Spitzmaus (Sorex araneus, Fig. 19) auch das am höchsten in den Alpen sich erhebende Säugethier, die Alpenspitzmaus (Sorex alpinus, Schädel, Fig. 22), die noch über die Schneegrenze hinausgeht, und das kleinste bekannte Säugethier, die Zwergspitzmaus (Sorex pimaeus, s. minutus) mehr im südlichen Europa.

Familie der Igel (Erinacei). Borsten und Stachelhaare zwischen dem groben Stichelhaar. Kräftiger Körper, der meist mittels eines mächtigen, eine förmliche Haut darstellenden Hautmuskels gänzlich eingerollt werden kann, kurze Schnauze und Kopf. An dem Schädel (Fig. 16) fällt besonders auf, daß die mittlern Schneidezähne so wie Eckzähne entwickelt sind, während die Eckzähne sich nicht von den Lückenzähnen unterscheiden. Die Backzähne mehr stumpfhöckerig. Unsere Igel (Erinaceus europaeus, Fig. 15) halten in geschützten und selbstgegrabenen Höhlen Winterschlaf, nähren sich von Insekten, Schnecken, Mäusen, auch kleinen Vögeln, deren Nester sie zerstören. Abweichende Arten in allen Welttheilen, die sich meist nicht einrollen können.

Familie der Springer (Salientia). Afrikanische Spitzmäuse (der Rohrrüßler, Macroscelides typicus, Fig. 21), deren lange und kräftige Hinterbeine zum Springen eingerichtet, doch nicht so ausschließlich ausgebildet sind, wie bei manchen springenden Nagern. Ihnen nahe steht die Familie der Kletterigel (Scandentia), ebenfalls südliche Formen, die wie Eichhörnchen in den Wäldern umher herumtreiben.

Fünfte Ordnung.

Nager (Rodentia).

Scheibenkuchler mit meißelförmigen Schneidezähnen und schmelzfaltigen Backzähnen. Füße mit freien Zehen und Krallen.

Die zahlreichste aller jetzt lebenden Säugethierordnungen, sowol was die Zahl der Individuen, als was die Menge von verschiedenen Gattungen und Arten betrifft. Bei aller äußern Mannichfaltigkeit aber ist der Plan ihrer Organisation sehr einförmig und in seinen Einzelheiten so sehr übereinstimmend, daß es schwer hält, größere Abtheilungen von Familien herzustellen. Der Kopf ist meist rundlich mit kurzem gewölbtem Stirnabfall, spitzer Schnauze, breiten Backen, deren Maß sehr häufig durch bedeutende Backentaschen vermehrt wird, in welchen die Thiere ihre gesammelten Vorräthe nach Hause tragen. Die kleine Mundöffnung befindet sich unter der spitzigen, gewöhnlich mit Schnurborsten gezierten Schnauze und zeigt sehr häufig vorstehenden, scharfen Schneidezähne. Der Schädel ist mehr oder minder cylindrisch, gegen die Schnauze zugespitzt (Schädel des Siebenschläfers, Glis vulgaris, unten oben, Taf. 3, Fig. 6) ohne besondere hervorstehenden ausgewirkte Leisten, die Jochbeine breit und flach, die Augenhöhle niemals gegen die übrigens schwache Schläfengrube abgeschieden. Am auffallendsten ist die Bezahnung (Schädel des Bibers, Fig. 8); oben wie unten finden sich im ganzen nur zwei lange, nach außen gekrümmte einfache Schneidezähne, deren hinterer Theil außerordentlich weit in die Kiefer hineinragt, sodaß oft die beiden Wurzel dieser Schneidezähne unter den Backzähnen durchgreift; die nicht sehr harte Substanz dieser Zähne ist auf ihrer Außenfläche und nur auf dieser mit einer außerordentlich festen, oft gelblich gefärbten Schmelz-

iberzogen, sodaß die hintere Fläche durch das bei weitem stärker abgenutzt wird und hierdurch ihnen, welche aus dem Kiefer beständig nach-, eine meißelartige Zuschärfung stets erhalten Hinter diesen außerordentlich charakteristischen ezähnen stehen weder Eck- noch Lückenzähne, es folgt eine lange Zahnlücke und dann die geschlossene Reihe der hart aneinandergedräng-ckzähne, welche ebenfalls in ihrer Structur viel ümliches besitzen. Diese Backzähne, deren Zahl er sechs ansteigt und nicht unter zwei herabsinkt, eine prismatische Gestalt und ermangeln meist eigentlichen Wurzel. Bei manchen Gattungen sie nur einen einfachen Schmelzcylinder, dessen mit Zahnsubstanz erfüllt ist, bei andern bildet chmelz einfache Falten nach innen, die stets in ere gerichtet sind und so harte Rippen dar-die bei der vor- und rückwärtsgehenden Be-der Kiefer, beim Nagen, zum Zermalmen der Futtergegenstände sehr förderlich sind; zuweilen diese Schmelzfalten äußerst complicirt und außer elfach gewundenen äußern Schmelzlage sieht nn noch innerlich auf der abgenutzten Mahl-die stets horizontal ist, einzelne abgesonderte inseln stehen (Backzähne der Ratte von oben,). So groß die Einförmigkeit des Zahn-im allgemeinen ist, so äußerst verschieden ese Faltungen der Schmelzsubstanz bei den n Gattungen und Familien der Nager. esem Zahnbaue steht in Zusammenhang die des Gelenkhöckers, mittels dessen der Unter-t der Schlafengrube eingelenkt ist. Während fleischfressenden Thieren, wo die Bewegung en nach unten die wesentlichste ist, dieser Ge-eine quere Walze darstellt, bildet er im Gegen-i den Nagern eine Längswalze mit bogen-: Krümmung, welche hauptsächlich nur die er-Bewegung von vorn nach hinten gestattet. ldet stets vier oder fünf Zehen, alle mit Krallen-ewaffnet; die Beine selbst aber sehr verschieden , je nachdem die Thiere graben, schwimmen, klettern oder springen. Die dichte Behaarung e Zwischenstufen von dem feinsten Wollhaar denmaus bis zu den Stacheln des Stachel-Die Schlüsselbeine bleiben bei den laufen-tungen rudimentär, sind aber wohlausgebildet denen die Vorderfüße zum Halten des Futters Klettern oder sonst complicirten Bewegungen Alle leben von Pflanzennahrung, doch die-die wie die Ratte stumpfe Höcker auf den en haben, nicht ausschließlich; die meisten rch Benagen, Bohren von Gängen und Ein-von Vorräthen großen Schaden an. Im sind es meist stupide und dumme Thiere, ehirn auch nur einen geringen Grad von ng zeigt, indem es fast gar keine Windungen o das kleine Gehirn meist vollständig unbedeckt

e der Siebenschläfer oder Bilche (Myoxida). flinke Thiere, mit kräftigem Körper, stark Schwanz, die in Bäumen und Gebüschen r aus Nüssen, harten Früchten, Insekten und stehenden Nahrung umherklettern, sich vogel-Nester bauen und in diesen einen langen laf halten. Der Schädel (Fig. 6) von oben ist langgestreckt vorn, hinten mehr kugelig; darm fehlt; die Backzähne sind wenig zahl-Querleisten versehen; an den Vorderfüßen lloses Daumenrudiment, an den Hinterfüßen ein deutlich abgesetzter Daumen mit plattem Nagel. Durch diese Charaktere schließen sie sich eng an die Halbaffen an. Der große Siebenschläfer (Glis vulgaris, Fig. 5) erreicht die Größe einer Ratte; die röthlichgelbe Haselmaus (Muscardinus avellanarius) kaum die einer Maus. Beide lassen sich leicht zähmen.

Familie der Eichhörnchen (Sciurida). Schöne, aber recht schädliche Baumthiere (wenigstens die unserer Gegenden), die von harten Sämereien, Vögeln, Eiern, Insekten leben. Buschiger Schwanz, Ohrpinsel, scharfe Krallen an allen Zehen, mit Ausnahme der Vorderfüße, die nur ein Daumenrudiment besitzen. Stumpfe Querhöcker auf den Backzähnen; vor den vier Mahlzähnen ein kleiner Lückenzahn. Schädel (Fig. 1) gedrungen; Backentaschen. Außer den besonders in Nordamerika zahlreichen Arten, die wie unsere Eichhörnchen (Sciurus vulgaris, Fig. 2) auf Bäumen leben, finden sich andere, in Erdhöhlen wohnende Arten, von gedrungenerm Körperbau, mit Backentaschen, Erdhörnchen (Tamias) und Flughörnchen (Pteromys), bei welchen die Körperhaut eine zwischen den Beinen und den Körperseiten ausgespannte Flughaut bildet, die als Fallschirm dient.

Familie der Murmelthiere (Arctomyida). Erdthiere der nördlichen und gemäßigten Zonen, die in tiefen Löchern wohnen und sich von Samen, Wurzeln und Pflanzensprossen nähren. Sie haben oben fünf Backzähne, alle mit in Querreihen gestellten Höckern besetzt und mehr rundliche Schneidezähne, plumpen Körperbau und kurzen Schwanz, gleichen aber sonst den Eichhörnchen, zu welchen die Ziesel (Spermophilus) den Uebergang bilden. Das Alpenmurmelthier (Arctomys marmota, Fig. 3) hält sich in der waldlosen Gegend bis zur Schneegrenze und über dieselbe hinaus auf, pfeift in Gefahr und füttert seine Winterhöhle, in der es einen langen Winterschlaf hält, mit Heu aus. Der kleinere Bobac (Arctomys Bobac) ersetzt es im Osten, der Prairiehund (Cynomys), mit kläffender Hundestimme, in den Prairien Nordamerikas.

Familie der Wühlmäuse (Arvicolida). Drei wurzellose Backzähne in allen Kiefern, die aus dreiseitigen Prismen zusammengesetzt sind und bei der Abnutzung winkelige Schmelzfalten zeigen. Breite, plumpe Gestalten mit meist kurzen Schwänzen, dicken Köpfen, stumpfer Schnauze, alle ungemein schädlich. Hierher gehört unsere Wasserratte (Hypudaeus amphibius), mit behaarten Schwanze, die vortrefflich schwimmt und gern Fische und Krebse in Teichen und Kästen angreift; die verschiedenen Schermäuse (Arvicola, Schädel der Feldmaus, A. arvensis, Fig. 15), die durch Ansammlung von Wintervorräthen und Wühlen ähnlich dem Maulwurf in den Feldern große Verwüstungen anrichten; die im Norden verbreiteten Lemminge (Myodes Lemmus, Fig. 16), die überall häufig sind, zuweilen sich aber so sehr vermehren, daß ungeheuere, von Raubthieren aller Art verfolgte Massen auswandern müssen, die alles auf ihrem Wege verwüsten.

Familie der Mäuse (Murida). Vorderfüße vierzehig mit einem Daumenrudiment, durch entwickelte Schlüsselbeine zum Halten der Nahrung beim Fressen geeignet. Schädel langgestreckt; wenig zahlreiche Backzähne (Fig. 17, Backzähne der Ratte), zwei bis vier oben, zwei bis drei unten, bewurzelt und häufig mit stumpfen Höckern besetzt, die denen der Allesfresser gleichen. Auch sind gerade diese Arten am wenigsten auf Pflanzenkost angewiesen. Die untern Schneidezähne sind spitz, nicht meißelartig. Eine äußerst zahlreiche Familie, die man als eine Art Stammfamilie ansehen kann, welche durch ihre verschiedenen Gruppen sich an andere Familien anschließt; durch die Rennmäuse (Meriones) mit langen

Hinterbeinen an die Springmäuse, die afrikanischen Baummäuse (Dendromys) an die Eichhörnchen u. s. w. Unter den eigentlichen Mäusen mit langem, spärlich behaartem Schwanz, der schuppig geringelt ist, ohne Backentaschen, haben wir neben den Schermäusen die ärgsten Feinde: die große Wanderratte (Mus decumanus), mit braungrauem Rücken, welche erst seit 1727 über die Wolga von Osten her nach Europa gedungen ist, jetzt die ganze Erde überschwemmt und bei uns die kleinere oben schwarzgraue Hausratte (Mus rattus) gänzlich verdrängt hat; die Hausmaus (Mus musculus), die Waldmaus (Mus sylvaticus, Fig. 14) u. s. w. Unter den mit Backentaschen versehenen Mäusen haben wir den im östlichen und südlichen Deutschland besonders schädlichen Getreidefeind, den Hamster (Cricetus vulgaris, Fig. 13), der nur noch bis Lothringen, aber nicht weiter nach Westen vorgedrungen ist, ein bissiges Thier, das in seinen Wintervorräthen bis zu einem Centner Getreide zusammenschleppt.

Die Familie der Taschenmäuse (Saccomyida), mit fünfzehigen Grabekrallen, dickem Kopf, großen äußern Backentaschen, entspricht in Nordamerika unsern Schermäusen. Die Prairien sind von der abgebildeten Taschenratte (Fig. 11) und verwandten Arten oft auf weite Strecken ganz unterwühlt.

Die Familie der Trugratten (Psammoryctida), die häufig Stacheln zwischen den Haaren tragen und von denen einige Arten die Größe eines Hasen erreichen, ersetzt dagegen in Südamerika und auf den Antillen unsere Ratten und Hamster. Die abgebildete Art (Ramsratte, Fig. 21) auf San-Domingo.

Familie der Stachelschweine (Hystricida). Vier Backzähne überall, Vorderfüße stets vierzehig, die hintern vier- bis fünfzehig. Schädel hinten abgestutzt und platt, mit einem ungeheuern Unteraugenloche; Schlüsselbeine unvollständig. Das europäische Stachelschwein (Hystrix cristatus, Fig. 18), das übrigens im ganzen Umkreise des Mittelmeeres verbreitet ist, lebt in Erdhöhlen, schrotet besonders gern dicke Knochen an, deren Mark es frißt. Sein fettes Fleisch ist nicht unbeliebt. Es gibt in Amerika auf Bäumen kletternde Stachelschweine, die einen langen am Ende geringelten Greifschwanz haben (Cercolabes).

Familie der Wollmäuse (Lagostomida). Niedliche Thiere mit feinem Wollpelz, buschigem Schwanz, lang behaarten Ohren, vollkommenen Schlüsselbeinen und verlängerten Hinterbeinen. Amerikanisch. Der Chinchilla (Eriomys laniger, Fig. 22), aus den Hochgebirgen von Peru und Chili, liefert ein geschätztes graues Pelzwerk. Sie bilden den Uebergang zu der

Familie der Springer (Dipoda), mit sehr verlängerten Hinterfüßen, deren Zehen theilweise reducirt und verwachsen sind, kleinen Vorderfüßen und langem, buschigem Schwanz, der als Balancirstange beim Springen dient. Nächtliche Wüsten- und Steppenthiere, meist in der Alten Welt. Die abgebildete Art (die Springmaus, Haltomys aegyptiacus, Fig. 12) in Aegypten.

Familie der Hasen (Leporida). Vor allen andern dadurch ausgezeichnet, daß hinter (nicht neben) den großen obern Schneidezähnen ein Paar kleinerer steht. Der harte Gaumen des Schädels durchbrochen und auf einen schmalen Mittelstreifen reducirt (Fig. 25, Schädel des Hasen). Hinterfüße lang, vierzehig, Vorderfüße kurz, mit fünf Zehen. Schwanz rudimentär. Der gewöhnliche Hase (Lepus timidus, Fig. 26), über ganz Europa verbreitet, ist von dem im Winter weiß werdenden Polar- oder Alpenhasen (Lepus variabilis) specifisch verschieden. Die Hasen graben keine Löcher, wohl aber die kurzbeinigern Kaninchen (Lepus cuniculus) in vielen Gegenden, besonders im Süden [illegible] gezüchtet werden, um des Fleisches [illegible] willen. Die Pfeifhasen (Lagomys) im Ural [illegible] scheiden sich durch kurze Ohren und den [illegible] den Schwanz.

Familie der Biber (Castorida). Große [illegible] ungeheuern Schneidezähnen, deren Schmelz [illegible] gefärbt ist, und fünfzehigen Füßen, die hinten [illegible] mit einer Schwimmhaut, während die Zehen [illegible] dern (Fig. 9) frei sind. Der Schädel [illegible] breit, mit sehr kräftigem Unterkiefer. [illegible] im Wasser, schwimmen und tauchen sehr [illegible] nähren sich besonders von Baumrinden [illegible] Baumschossen. Früher über die ganze [illegible] der Alten und Neuen Welt verbreitet, [illegible] (Castor fiber, Fig. 7) in Europa jetzt [illegible] ausgerottet, findet sich aber noch häufig [illegible] und in einer kleinern, aber nicht specifisch [illegible] Art in Nordamerika. Er wird sowol des [illegible] als auch des Bibergeils (Castoreum) [illegible] und in Fallen gefangen. Er unterscheidet [illegible] den breiten, platten, mit Schuppen bedeckten [illegible] von dem Schweifbiber (Myopotamus) aus [illegible] dessen Fell als amerikanisches Otterfell in [illegible] kommt und der einen runden, grobbehaarten [illegible] hat. Der Biber selbst baut in Bächen [illegible] Dämme aus abgenagten Bäumen, die [illegible] belegt werden, und errichtet vor denselben [illegible] ofenähnliche Kammer, in der je eine [illegible] und deren Eingang unter dem Wasser [illegible] viel gestört werden, graben sie, wie die [illegible] Löcher im Ufer. Das echte Castoreum [illegible] den männlichen Bibern aus zwei Säcken [illegible] die neben der Oeffnung der Ruthenscheide [illegible]

Familie der Halbhufer (Subungulata) [illegible] sind mit stumpfen, oben gekielten, [illegible] Krallennägeln besetzt, die Schlüsselbeine [illegible] der Schwanz rudimentär; die Körpertheile [illegible] schieden. Fleisch sehr geschätzt; südamerikanische [illegible] men. Das Aguti (Dasyprocta Aguti, [illegible] hasenartigen Füßen, hat die Lebensart [illegible] wird, wie dieser, gejagt; das Paca (Coelogenys [illegible] Fig. 23) ist ebenso wie das Wasserschwein (Cabiai) [illegible] (Hydrochaerus Capybara, Fig. 24) ein [illegible] mer und hält sich an Flüssen und Bächen [illegible] ist der größte Nager, ausgewachsen bis 1[illegible] Das Meerschweinchen (Cavia Cobaya, [illegible] uns eingeführt und gezüchtet, zeichnet sich [illegible] sondere Abweichung der Eibildung aus.

Unterlegion der Glockenk[illegible]

Wenn schon früher von mehrern Seiten Bedenken gegen die Stellung der vorstehenden Ordnung vereinten Thiere, die man bei den meisten näherte, geltend gemacht wurden, [illegible] nicht allgemein angenommen wurden, so [illegible] die Entdeckung von A. Milne-Edwards, [illegible] Placenta eine ganz eigenthümliche, [illegible] haubenähnliche Form hat, welche dem [illegible] Eies aufgesetzt ist, die Frage dahin [illegible] sie eine besondere Unterlegion bilden [illegible] vielleicht noch weiter zurückversetzt und [illegible] mittelbare Nähe der Beutelthiere gebracht [illegible]

Sechste Ordnung.

Halbaffen (Prosimii).

Mehr oder minder vollständige [illegible] fressergebiß; Backzähne spitzhöckerig [illegible]

nen und große Zehe entgegenstellbar, ierte Finger stets der längste, Augen- n nach hinten offen; Brust- und Bauch-

ädel gestreckt, die Augenhöhle zuweilen ring- umgeben, aber nicht nach hinten gegen die engrube geschlossen (Schädel des Lori, Taf. 2,), oder auch ganz offen nach hinten (Schädel des Maki, Fig. 5). Thränenöffnungen, wie bei den thieren vor der Augenhöhle auf der Gesichts- Unterkieferäste in der Mitte getrennt. Die sind vorstehend, oft sehr groß, die Augen oft euer, der Schwanz stets lang, mehr oder minder . Der Daumen ist an allen vier Extremitäten entstellbar, mehr hinten und trägt einen platten ; der Zeigefinger oft rudimentär und mit einer versehen (Fig. 2, Pfote des Lori); der vierte Finger er längste; die übrigen Finger bald bekrallt, bald atten Nägeln versehen. Das Gehirn glatt; die ebären das Kleinhirn nicht bedeckend; die Sylvi'sche kaum vorhanden; die Brücke sehr klein. Uterus rnig, sogar zuweilen mit getrennten Oeffnungen Scheide. Hodensack und frei herabhängender Haar wollig, das Gesicht behaart. Nächtliche thiere, die sich in Wäldern von Insekten und en nähren; die meisten auf Madagascar, andere lichen Afrika und auf den ostindischen Inseln.

Familie der Dünnfinger (Leptodactyla) ist bis- r durch die einzige Gattung Chiromys repräsentirt yerthier oder Aye-Aye, Chiromys madagasca- , Fig. 6), die nur äußerst selten auf Madagascar ge- worden ist und die ein so natürliches Ueber- glied zwischen den Nagern und den Halbaffen daß sie je nach der Wichtigkeit, welche man einen oder dem andern Charakter beilegte, von erschiedenen Forschern bald zu der einen, bald andern Ordnung gerechnet wurde. Der Schädel gewölbt, die Augenhöhlen vollkommen geschlossen, ei keinem Nager vorkommt, der Schnauzentheil eser sehr kurz, das Gesicht im ganzen dem eines enchens ähnlich, mit welchem das Thier auch ndig im Gebisse übereinstimmt; es finden sich bei dem erwachsenen Thiere oben und unten große meißelartige Nagezähne, auf welche eine Lücke folgt. Die Backzähne, deren sich drei in Hälfte des Unterkiefers, vier in jeder des Ober- befinden, haben rundliche Querhöcker, die ziem- pitz sind. Im Milchgebiß finden sich dagegen und unten vier Schneidezähne, oben ein Eckzahn ben und unten zwei spitzhöckerige Lückenzähne, so- as Milchgebiß den Insektenfressern ähnlicher ist. Ohren sind groß und nackt, der Körper wollig t, der Schwanz buschig. An den vordern Ex- itäten finden sich fünf sehr lange und dünne Finger rallennägeln, die fast auf gleicher Linie stehen, der Daumen nur etwas abgerückt, nicht aber gensetzbar ist, der Mittelfinger ist der längste; n Hinterfüßen befinden sich drei gleiche äußere nzehen, eine Zeigezehe mit einem Spriemennagel, ei allen Halbaffen, und ein entgegensetzbarer en mit plattem Nagel. Es ist ein träges, nächt- Thier, das auf Bäumen umherklettert und sich ers von Insekten nährt, die es mit den langen rn aus den Rissen der Rinde hervorkratzt.

milie der Flug-Maki (Galeopithecida). Eine behaarte Hautfalte, die als Fallschirm dient, die Glieder bis zu den Zehen ein und ver- sie mit den Seitentheilen des Körpers und Schwanze. Alle Zehen mit Krallen. Schneide- gelappt und kammartig eingeschnitten, oben nur ein seitlicher, unten die mittlern schaufelartig nach vorn geneigt. Backzähne breit, lappig (Fig. 5, Schädel des Flug-Maki, Galeopithecus volans).

Familie der Langfüßer (Tarsida). Nächtliche Thiere mit ungemein großen Augen, großen nackten Ohren, langem dünnbehaarten Schwanz, der am Ende eine Art Pinsel trägt. Zähne entschieden vom Insektenfressertypus. An Vorder- und Hinterfüßen finden sich entgegensetzbare Daumen und die Hinterfüße zeichnen sich besonders dadurch aus, daß die Fußwurzel außerordentlich lang ist und die Zehen oft in einem merkwürdigen Misverhältnisse zueinander stehen. Die nächtlichen Thiere jagen auf Bäumen nach Insekten.

Familie der Fuchsaffen (Lemurida). Schädel rund, bei den meisten die Schnauze fuchsartig vorgezogen; Schwanz sehr verschieden entwickelt; Haarkleid dicht; Ohren mäßig; Bezahnung zur Früchtenahrung neigend. Eigenthümlich ist in dieser Familie besonders die Bildung der Hinterhände, an welchen der Daumen und die drei letzten Zehen platte Nägel tragen, während der Zeigefinger mit einer scharfen, spriemenförmigen Kralle bewaffnet ist (Fig. 2, Pfote des Lori). Die Thiere leben gesellig und halten sich tags über ruhig, klettern aber besonders in der Dämmerung nach Früchten und Insekten umher.

Man unterscheidet in der Familie zwei Hauptgruppen, die Nachtäffer (Nycticebina) in Afrika und Asien (der Lori, Stenops gracilis, Fig. 1), ganz oder fast schwanzlos, mit langen dünnen Extremitäten, kleinen Schneidezähnen und meist großen Augen, und die nur in Madagascar vorkommenden Maki (Maki, Lemur Mongoz, Fig. 4), mit langem Schwanz, gewöhnlich großen Augen und mäßig großen Extremitäten, welche, mit Ausnahme der Hände, im Habitus mehr einem kleinen Raubthiere gleichen.

Unterlegion der Gürtelkuchler (Zonoplacentaria).

Der allgemeine Charakter dieser Thiere besteht nur in der Existenz einer das Ei gürtelförmig umgebenden Placenta, welche den obern und untern Pol des Eies, das mit den Seiten an die Wand des röhrenförmigen Uterus angewachsen ist, frei läßt. Im übrigen stehen in dieser Unterlegion sehr disparate Gruppen, indem die Raubthiere und Amphibien festgeschlossene Charaktere tragen (Krallennägel, Bezahnung u. s. w.), während die beiden andern Gruppen, Rüsselthiere und Klippspringer, durch Hufe, Zähne und innere Organisation durchaus abweichen.

Siebente Ordnung.
Raubthiere (Carnivora).

Oben und unten sechs kleine, meißelartige Schneidezähne, ein großer Eckzahn in jedem Kiefer, der in eine Lücke des entgegenstehenden Kiefers eingreift; ein großer, schneidender Reißzahn unter den Backzähnen, von welchen nur die hintersten zuweilen stumpfe Höcker tragen. Augenhöhlen niemals geschlossen. Niemals entwickelte Schlüsselbeine. Zehen mit Krallen, meist frei, nur selten durch Schwimmhäute verbunden.

Der Körper verbindet in ausgezeichneter Weise die Bedingungen der Kraft, der Schnelligkeit und der Leichtigkeit. Der Schädel ist kurz gedrungen, kräftig (Schädel des Luchses, Taf. 4, Fig. 11); die Gehirnkapsel meist mehr oder minder rundlich, die Schläfengruben tief, die Leisten zum Ansatze der Beißmuskeln meist so stark entwickelt, daß sie einen hohen Kamm bilden, der sich über den ganzen Raum des Mittel-

hauptes erstreckt. Die Jochbogen sind breit, sehr bedeutend nach außen gebogen, um den mächtigen Beißmuskeln den Durchgang zu gestatten; die Augenhöhlen nach hinten in die Schläfengruben geöffnet; die Kiefer sind nur so kräftiger und gedrungener, der aufsteigende Ast des Unterkiefers um so entwickelter, je raubgieriger das Thier ist. Die Bezahnung ist höchst einförmig in Beziehung auf Schneide- und Eckzähne, dagegen sehr vielgestaltig in Beziehung auf Lücken- und Backzähne. Die Schneidezähne sind in der Regel nur klein, quergestellt, scharf schneidend und in beiden Kinnladen stets in der Zahl von sechs vorhanden; die Eckzähne sind fast stets gekrümmt und um so schärfer, je mehr das Thier ausschließlich von Fleischnahrung lebt; meist greifen die Eckzähne so ineinander, daß beim Schließen des Maules der des Unterkiefers in eine Lücke zwischen den Schneidezähnen und den obern Eckzähnen eingreift; hinter den Eckzähnen folgen meist einige kleine, gewöhnlich kegelförmige, spitzige, einwurzelige Zähne, welche man die falschen Backzähne oder die Lückenzähne genannt hat (Schädel des Wolfs, Taf. 5, Fig. 4). Die Reihe der eigentlichen mehrwurzeligen Backzähne wird gewöhnlich von einem großen, messerscharfen, mehrspitzigen Zahne begonnen, dem Reiß- oder Fleischzahne, dem einige mehrwurzelige höckerige Backzähne folgen. Je raubgieriger das Naturell, desto weniger zahlreich sind diese Backzähne, desto schärfer, sägenartiger ihre Kronen (Schädel des Bären, Taf. 6, Fig. 13); je mehr das Thier sich auch zugleich mit Pflanzenkost begnügt, desto breiter werden die Kronen und erhalten mehr oder minder spitze Höcker und nach innen vorspringende Ansätze, welche die Kaufläche des Zahns verbreitern und beim Schließen des Mauls ineinandergreifen. Die weichen Lippen der Raubthiere sind stets mit größern Schnurrborsten besetzt. In der Ausbildung der Füße zeigt sich mancherlei Verschiedenheit, indem mit zunehmender Schnelle und Behendigkeit die Thiere mehr und mehr von der Sohle auf die Zehen sich erheben. Die Zehen sind mehr oder minder tief getrennt, vorn meist in der Fünfzahl, hinten in der Vier- oder Fünfzahl vorhanden und an ihrer Spitze mit krummen, schneidenden Krallen bewaffnet, die bei einer Familie sogar in eigene Scheiden zurückgezogen werden können. Einige Familien treten nur mit den Zehen selbst auf den Boden auf, weshalb man sie unter dem Namen der Zehengänger (Digitigrada) bezeichnete; andere setzen sowol die Zehen, als auch die mit schwieliger Haut bedeckten Mittelfußknochen beim Gange auf den Boden (Semiplantigrada); bei andern endlich ist eine Sohle, ähnlich der des menschlichen Fußes, hergestellt, deren hinterer Theil durch die Fußwurzel, und namentlich durch das Fersenbein gebildet wird (Füße des Bären, Fig. 12); es sind die Sohlengänger (Plantigrada). Mit dieser Bildung der Füße steht meistens auch die Beweglichkeit im Einklange, indem die Sohlengänger träger und schleppender sind, zum Ersatz dafür aber auch eine größere Beweglichkeit der Vorderfüße besitzen und dieselben in gewisser Weise als unausgebildete Arme benutzen können. Die Zitzen liegen bei allen diesen Thieren in mehrfacher Anzahl und doppelten Reihen unter dem Bauche; die eben geborenen Jungen sind während der ersten Tage blind. Die Thiere leben meist monogamisch und die Familien nur dann zusammen, wenn die Jungen noch von den Aeltern ernährt werden müssen; doch vereinigen sich manche zu Rudeln, zum Zwecke der Jagd.

Zehengänger (Digitigrata).

Die Familie der Katzen (Felida) schließt die kräftigsten, raubgierigsten Thiere der Ordnung ein. Der Kopf (Schädel des Löwen, Taf. 4, Fig. [illegible]) rund, fast kugelig wegen der Kürze des [illegible] Kiefer und der Mächtigkeit der Beißmuskeln, [illegible] Wangengegend ausfüllen; die Eckzähne [illegible] Lückenzähne nur zwei vorhanden, die [illegible] und gezackt sind (Schädel der Katze, Fig. [illegible]); diese beiden Lückenzähne folgt ein einziger [illegible] scharfer, zwei- oder dreispitziger Backzahn, [illegible] in dem Oberkiefer noch ein kleiner spitzer [illegible] steht. Diese weniger messerscharfen Zähne [illegible] beim Schließen des Mauls übereinander, [illegible] Blätter einer ausgezackten Schere; die [illegible] rauh, stachelig, feilenartig; die Ohren kurz, [illegible] weilen mit Haarpinseln besetzt; der Körper [illegible] geschmeidig, der Schwanz lang, die Füße [illegible] kräftig. Die Zehen der Füße besitzen einen [illegible] lichen Mechanismus: das Krallenglied ist [illegible] das mittlere eingelenkt und auf seiner [illegible] durch ein elastisches Band an die vorder[illegible] Glieder befestigt, über welchen sich eine [illegible] findet, in welche die scharfe gebogene Kralle [illegible] gezogen werden kann. Die Beugemuskeln [illegible] senden dagegen eine starke Sehne an das [illegible] welche bei ihrer Zusammenziehung das Vor[illegible] Kralle bewirkt. Alle Thiere dieser Familie [illegible] so gut beleumdeten Löwen nicht ausgenommen grausame und im ganzen feige Raubthiere, nicht im Laufe jagen, sondern ihre Beute [illegible] oder ihr auflauern und sie dann mit einem Sprunge überraschen. Sie leben einsam, [illegible] in Familie, deren jede einen gewissen Bezirk [illegible] und lauern meistens an den Trinkplätzen der [illegible] fressenden Säugethiere, welche ihnen eine [illegible] werden. Die größern Thiere dieser Familie [illegible] schwinden vor der Civilisation immer mehr, [illegible] da man sie sowol ihres Pelzwerks wegen [illegible] auch namentlich des Schadens wegen [illegible] sucht.

Unter den eigentlichen Katzen des alten [illegible] Der Löwe (Felis leo, Fig. 1), in ganz Afrika [illegible] asien, früher auch im Umkreise des Mittelmeers, [illegible] Männchen mit, das Weibchen (Fig. 2) [illegible] gleichfarbig, mit einer Endquaste am Schwanze [illegible] einer Art Stachel darin; der Tiger (Felis tigris), [illegible] gelblich mit schwarzen Streifen und weißlicher [illegible] barte, ohne Mähne, in ganz Asien und [illegible] Inseln, mit Ausnahme von Borneo, die [illegible] gefährlichste Katze; in Ostindien allein sollen [illegible] 10000 Menschen jährlich zum Opfer fallen; [illegible] Arten: der Leopard oder Panther (Leopardus [illegible] quorum, Fig. 6), mit schwarzer Abart, in [illegible] asien und Ceylon, die Flecken geringelt; [illegible] Serval (Serval galeopardus, Fig. 7), [illegible] Schwanze, vollen Flecken und ganz kleinen [illegible] den Ohren, den Uebergang zu den Luchsen; [illegible] unsere Wildkatze (Felis catus, Fig. 8), grau [illegible] lichen Streifen, in großen Wäldern, vorzüglich [illegible] sehr gefährlich selbst jungem Rehwilde. [illegible] katze, welche die alten Griechen und Römer [illegible] kannten, stammt wahrscheinlich von einer [illegible] in Aegypten gezähmten Art (Felis manicata) [illegible] mit der Wildkatze vielfach gemischt. Unter den [illegible] neuen Continents: der Jaguar (Leopardus [illegible] Fig. 5), in Südamerika, dem Leopard ähnlich, [illegible] bäumt mit Vorliebe; der Puma oder Cougar (Felis concolor) einfarbig wie der Löwe, aber [illegible] und kleiner als der Leopard, von Pennsylvanien [illegible] Californien. Von den eigentlichen Katzen [illegible] die steifen Ohrpinsel, die hohen Beine, [illegible] Schwanz und den häufig fehlenden [illegible]

Luchse (Lynx europaeus, Fig. 10). Unsere che Art im Norden und den Hochgebirgen; te Art in Canada. Noch mehr weichen ab die rde (Cynailurus jubatus, Fig. 14), mit vollen langem Schwanz, mehr hundeartigem Körper, krallen, wie bei den Hunden, nicht zurückgeverden können. Sie werden in Afrika und n zur Jagd auf Gazellen abgerichtet.

Familie der Hyänen (Hyaenida) kommt den im Zahnbaue und der Kürze und Kräftigkeit tigen Kiefer nahe (Schädel der Hyäne, Fig. 13), eidet sich aber wesentlich durch die Bildung der täten; sie haben in beiden Kiefern drei Lückeneinen Reißzahn und dahinter im Oberkiefer einen Kornzahn, die sich aber durch das Benagen der schnell abnutzen und stumpf werden. Sie besitzen r ausgebildete Zehen an den Vorderfüßen und Krallen, die nicht zurückgezogen werden können. rderfüße sind bedeutend länger als die Hinterodaß der Körper nach hinten abschüssig er-

Am After befindet sich eine Drüsentasche, stinkige Schmiere absondert. Die eigentlichen, afrikanischen Continent beschränkten Hyänen crocuta, Fig. 12) jagen meistens in Haufen des unter und nähren sich auch von Aas und ähntossen, wie denn das Ausgraben der Leichen be-

Tags über schlafen sie in Höhlen, welche sie it gegraben haben. Im Körperbau sehr überend, aber in der Bildung der Zähne, die sich er Robben durch Fehlen des Reißzahns und höckerige Backzähne annähern, sehr abweichend südafrikanische Erdwolf (Proteles Lalandi, Fig. 1), der sich besonders von Strandthieren, u. s. w. nährt.

Familie der Hunde (Canida) hat eine gewisseit im Körperbau mit den Hyänen, besitzt ets vier gleichmäßig ausgebildete Füße, die nfzehig, hinten nur vierzehig und mit festn Krallen bewaffnet sind; die Kiefer sind der Kopf (Schädel des Wolfs, Fig. 4) deshalb reieckig mit zugespitzter Schnauze, der Eckzahn die drei Lückenzähne scharf zugespitzt; der Reißneidend; hinter ihm stehen zwei Backzähne mit höckern, die Zunge ist sammtartig weich, nicht ig, wie bei den vorhergehenden Familien, die neist groß, der Geruchssinn vorzugsweise ent-

Drüsentaschen fehlen durchaus.

Den eigentlichen Hunden, die keine Höhlen in Trupps oder Familien laufend jagen und ide Pupille besitzen, zeichnen wir aus: den n hund (Lycaon pictus, Fig. 2) aus Südafrika, gefleckten Felle, hyänenartigem Habitus, großen den Wolf (Canis lupus, Fig. 3), über die nördliche Hälfte beider Hemisphären verhier und da (England) vollständig ausgeen Kolsun (Canis Dukhunensis, Fig. 5) in n, unserm Schäferhunde sehr ähnlich; den l (Canis aureus, Fig. 6), mit fuchsähnlichem , im Umkreise des Mittelmeers. Die Herifers, in so vielen und merkwürdigen Abcistirenden Haushundes, ist noch nicht vollaufgeklärt; die ältesten europäischen Hunde der iten aus der Steinzeit stammen höchst wahrvom Schakal, zu dem in der Bronzezeit ein , aus Afrika eingeführter, von Abyssinien der Hund kam; die übrigen Varietäten wurden urch Züchtung, theils durch Mischung mit wilden Hunden erzeugt. Die Füchse (Vulpes) durch die senkrechte katzenartige Pupille und ern Beine ab, sie graben Höhlen und gehen nur allein oder paarweise auf Raub aus. Hierher unser Fuchs (Vulpes vulgaris, Fig. 8) und der größere südamerikanische (Vulpes Azarae, Fig. 7), dessen Schädel mehr dem Wolfe gleicht. Eine besondere Gruppe bilden die Fennek (Megalotis Zerda, Fig. 9), kleine Thiercheu mit ungeheuern Ohren aus den afrikanischen Wüsten.

Die Familie der Stinkratzen (Viverrida), besteht aus langgestreckten, spitzschnauzigen Thieren, mit langem Schwanze und kurzen Füßen, welche vorn und hinten eine gleiche Anzahl von Zehen, vier oder fünf, besitzen und in ähnlicher Weise, wie die Hyänen, in der Gegend des Afters oder der Geschlechtstheile eine Drüsentasche haben, welche eine stark riechende Schmiere absondert, die bei einigen zum Arzneigebrauche verwendet wird. Oben finden sich drei, unten vier spitzkegelförmige Lückenzähne, auf welche der schneidende Reißzahn folgt, der indeß nach innen einen stumpfhöckerigen Fortsatz zeigt; hinter den Fleischzähnen stehen oben zwei, unten nur ein stumpfhöckeriger Backzahn; die Eckzähne sind drehrund, spitzkegelförmig; nicht zusammengedrückt und schneidend, wie bei den vorigen; die Zunge ist scharf, feilenartig, der Pelz meist grobhaarig und wenig geschätzt. Es sind nächtliche Raubthiere der südlichen Zonen, die besonders kleinern Thieren nachstellen und im ganzen äußerst blutgierig scheinen.

Die eigentlichen Stinkratzen, welche mit Ausnahme einer einzigen in Mexico vorkommenden Art alle die Alte Welt bewohnen, können wie die Katzen die Krallen zurückziehen und sind reine Zehengänger. Hierher gehören die afrikanische Civette (Viverra Civetta, Fig. 10) mit sträubbarer Mähne; die Ginsterkatze (Genetta vulgaris, Fig. 11), die in Algerien und Südspanien zum Mäusefang in den Häusern gehalten wird; die Nasse (Viverra indica, Fig. 14) in Indien; die Palmenmarder (Paradoxurus typus, Fig. 12) in Südasien, die einen Rollschwanz besitzen und auch Früchte nicht verschmähen; die echte Zibethkatze (Viverra zibetha), ursprünglich auf den Molukken heimisch, dann über Südasien und Südamerika als Hausthier verbreitet. Man nimmt den Zibeth, der im Orient noch als Parfum gebraucht wird, mittels eines Löffelchens aus der Drüsentasche. — Zu den Stinkratzen mit nicht zurückziehbaren Krallen gehört die Pharaonsratte oder Ichneumon (Herpestes ichneumon, Fig. 13), früher von den Aegyptern göttlich verehrt als Vertilger der Eier des Krokodils, der kleinern Schlangen u. s. w. Sie wird noch als Mäusevertilgerin im Hause gehalten.

Die Familie der Marder (Mustelida) hat einen noch länger gestreckten Körper als die vorigen, und sehr kurze niedrige Füße, sodaß der Körper sich kaum über den Boden erhebt. An Vorder- und Hinterfüßen sind fünf Zehen vorhanden; der Kopf (Schädel des Marders, Fig. 16) ist meist kurz, dick, die Eckzähne schlank, hakig, die Lückenzähne gewöhnlich nur in geringer Anzahl vorhanden, der Reißzahn breit, scharf und stets nur ein einziger Höckerzahn hinter demselben entwickelt. Es sind schlaue, nächtliche, blutgierige Thiere, welche oft sich damit begnügen, nur das Blut ihrer Opfer zu saufen und im Verhältnisse zu ihrer Größe ungemeine Verwüstungen in Höfen und Hühnerställen anrichten können. Der Pelz der meisten Gattungen, besonders der im Norden lebenden, sehr geschätzt. Die echten Marder sind Zehengänger und haben halb zurückziehbare kurze Krallen. Hierher gehören der Edelmarder (Mustela martes, Fig. 15), mit gelbem Halsfleck, in Wäldern; der Steinmarder (Mustela foina), mit weniger geschätztem Pelz und weißem Halsfleck, in der Nähe der Wohnungen; der Zobel (Mustela zibellina), im höchsten Norden, besonders Sibirien. Eine andere Gruppe hat einen

sehr breiten Höckerzahn im Oberkiefer; hierher der Iltis oder Ratz (Putorius foetorius, Fig. 18), ebenso berüchtigt als Geflügeldieb wie die Marder; nebst seinem Albino, dem weißen Frettchen (Mustela faro), das zur Kaninchenjagd benutzt wird; das große Wiesel oder Hermelin (Mustela erminea, Taf. 6, Fig. 1), im Sommer braun, im Winter weiß mit schwarzer Schwanzspitze; das kleine Wiesel (Mustela vulgaris, Taf. 5, Fig. 17), besonders gern in Steinhaufen und an Rainen. Halbsohlengänger ist schon der Vielfraß (Gulo borealis, Taf. 6, Fig. 2), ein großer plumper Erdmarder des Nordens, dessen Name durch das mißverstandene norwegische Wort „Fjällfraß" (Bergraubthier) aufgefabelt wurde.

Halbsohlengänger.

Familie der Ottern (Lutrida). Der letzte obere Backzahn groß, quadratisch. Zehen durch Schwimmhäute verbunden, Schwanz platt. Den Uebergang zu den Mardern bildet die kleine Sumpfotter, der Nörz (Lutreola vulgaris), in Europa und Asien, und der ihm sehr nahe stehende Vison aus Nordamerika (Lutreola vison), beide hochgeschätzt als Pelzthiere. Die eigentlichen Ottern (Lutra vulgaris, Taf. 5, Fig. 19) haben einen platten breiten Schädel, höchst scharfes Gebiß, verschließbare Nasenlöcher, kurze Ohren (Schädel der Fischotter, Lutra vulgaris, Fig. 20). Die Seeotter (Enhydris), jetzt nur noch im höchsten Norden selten vorkommend, hat robbenähnliche, nach hinten gerichtete, flossenähnliche Hinterfüße, langen, cylindrischen Leib, fast Robbengestalt. Ihr Pelz wird zu ungeheuern Preisen geschätzt. Alle Ottern nähren sich von Wasserthieren, Fischen, Krebsen u. s. w., sind im Schwimmen und Tauchen äußerst geschickt und sehr schlau.

Familie der Dachse (Melida). Oben wenigstens ein Backzahn mehr als unten (Schädel des Dachses, Taf. 6, Fig. 7). Fleischzahn mit innerm Höcker. Oberer hinterer Höckerzahn quadratisch quer oder dreieckig. Sohlen nackt. Vorderkrallen scharf, groß, zum Graben. Meist Afterdrüsen, die ein sehr stinkendes Secret liefern. Hierher der Honigdachs (Ratelus capensis, Fig. 4) Südafrikas, der zum Aufspüren der wilden Bienenstöcke dient; das über alles Maß stinkende Stinkthier (Mephitis Humboldti, Fig. 8) in Amerika und die Zorilla (Rhabdogale) in Südafrika; der weniger fürchterlich, aber immer noch arg riechende Stinkdachs (Mydaus meliceps, Fig. 5) in Java; unser Dachs (Meles taxus, Fig. 6), mit wenig entwickelter Afterdrüse. Alle diese Thiere leben in Höhlen, gehen in der Dämmerung nach Nahrung und verschmähen saftige Früchte und Wurzeln nicht. Die Stinkthiere spritzen ihr Secret zur Vertheidigung aus.

Sohlengänger.

Familie der Kleinbären (Subursida). Der Reißzahn nicht mehr scharf schneidend; die Backzähne mit stumpfen Höckern; gerade Zehen, stumpfe Krallen; Beine kurz; gedrungener Körper, langer, meist buschiger Schwanz. Hierher der Waschbär (Procyon lotor, Taf. 6, Fig. 9) aus Nordamerika, der den bekannten, sogenannten Schuppenpelz liefert und die sonderbare Gewohnheit hat, seine Nahrung zwischen den Vorderpfoten, am liebsten in Wasser, zu reiben, ein gehaßter Hühnerdieb; die Nasenbären oder Coati (Nasua socialis, Fig. 10), mit langer Schnüffelnase, aus Südamerika.

Familie der Bären (Ursida). Große plumpe Thiere, mit langem Schädel (Schädel des Bären, Fig. 13), gewaltig dickem, aber kurzem, rundem Eckzahn, ausfallenden Lückenzähnen, ohne Reißzahn, mit höckerigen Backenzähnen. Sohlen nackt. Schwanz kurz. Krallen stumpf. Die meisten Arten [illegible] außer von Fleisch, auch von Früchten und [illegible]. Hierher unser brauner Bär (Ursus arctos, [illegible]) über die ganze nördliche Hälfte des alten [illegible] verbreitet, und eine Menge Arten mit platten [illegible] aus allen Weltgegenden, von denen einige Beweglichkeit der Vordertatzen besitzen. Der [illegible] (Ursus polaris, Fig. 14) unterscheidet sich [illegible] übrigen durch den weißen Pelz und die [illegible] Sohlen, er lebt nur von Fischen und Robben [illegible] nördlichen Polarmeeren.

Familie der Wickelbären (Cercoleptida). [illegible] kleinen niedlichen Thiere, die einen dichten [illegible] Pelz, kurzgestutzten Kopf und einen langen [illegible] schwanz besitzen, klettern nachts auf Bäumen [illegible] nähren sich besonders von Früchten, [illegible] kleinern Thieren und führen die Nahrung [illegible] zum Munde. Die Eckzähne sind nur kurz, [illegible] stehend, die beiden Lückenzähne klein, die [illegible] Backzähne mit stumpfen Höckern versehen, [illegible] eigentlicher Reißzahn fehlt; Vorder- und [illegible] haben eine vollständige fleischige Schwiele, [illegible] fünf Zehen, die ganz vollkommen getrennt [illegible] voneinander etwas entfernt werden können; [illegible] fuß namentlich gleicht in seiner Gestalt sehr [illegible] des Menschen, unterscheidet sich indessen, [illegible] begreiflich, durch die scharfen Krallennägel [illegible] allen Zehen entwickelt sind und mehr [illegible] zurückgezogen werden können. Hierher der [illegible] (Arctitis binturong, Fig. 15) aus den [illegible] und der Kinkajou oder Wickelbär (Cercoleptes volvulus, Fig. 16) aus Centralamerika.

Achte Ordnung.

Robben (Pinnipedia).

Gürtelkuchler mit wenig entwickelten [illegible]- und Eckzähnen, einförmigen [illegible] und kurzen flossenartigen Extremitäten, [illegible] hinteres Paar in die Nähe des Schwanzes [illegible]rückt ist. Wasserbewohner.

Die Robben zeichnen sich durch den fast [illegible] von vorn nach hinten kegelförmig verschmälerten Flossenfüßen versehenen Körper aus, der [illegible] den starken Hals übergeht, auf welchem [illegible] kleiner, fast rundlicher Kopf sitzt. Alle [illegible] kräftigen Muskulatur sind durch eine dicke [illegible] verhüllt, über welche eine mit platt anliegenden [illegible] besetzte dicke Haut gezogen ist. Die ganze [illegible] Thiere hat etwas außerordentlich Plumpes [illegible] fälliges, und nähert sich derjenigen der Walfische [illegible] (Schädel des Seehundes, Taf. 6, Fig. 19) [illegible] tig, die Kiefer gedrungen, die Leisten für [illegible] der Schläfenmuskeln stark entwickelt, sehr [illegible] Gattungen ein hoher Kamm über die Mitte [illegible] Schädels sich hinzieht; die Augenhöhle ist [illegible] nach hinten in die Schläfengrube geöffnet; [illegible] starken Kiefer tragen vorn einen Bogen [illegible] gestellter, meißelartiger Schneidezähne, deren [illegible] Dauer sehr unbeständig ist, da sie bei manchen [illegible] schon sehr bald ausfallen, ohne später [illegible]. Die Eckzähne sind selten groß, häufig [illegible] gespitzt, zuweilen in Form von Hauern [illegible] Backzähne bis auf den letzten gewöhnlich [illegible] in ihrer Form nicht verschieden, mit [illegible] gereihten Kronen versehen, die oben oft [illegible]

nd, sodaß bei manchen Gattungen jede Zahn-
mlich die Gestalt eines mehr oder minder tief
ttenen Dreizacks erhält. Das weite Maul
iden, aufgewulsteten Lippen bedeckt, in denen
ehr dicke und lange, spiralig gedrehte Schnurr-
ecken; die Nasenlöcher finden sich am Ende
auze und bilden meist Längsspalten, welche
ondere Muskeln hermetisch geschlossen werden
die Augen sind groß, klar, meist hellbraun
nd von ausnehmend klugem Ausdrucke, die
Augen im ganzen Thierreich; die Ohröffnung
ein und ein äußeres Ohr entweder gar nicht vor-
der sehr rudimentär (Skelet des Seehundes,
tulina, Fig. 18: a Schulterblatt, b Brust-
, c Oberarm, d Vorderarm, e Handwurzel,
and, g Finger, h Hinterfuß, i Schenkelbein,
henkel, l Flosse, m Becken). Die Vorderfüße
mittelbar unter der Brust, wo der Körper
en ist, und stellen breite kurzgestielte Ruder-
or, an denen man zwar die Zehen und die
sprechenden gekrümmten scharfen Hakenkrallen
nterscheiden kann, die aber durch eine dicke,
Schwimmhaut miteinander zu Schwimmflossen
sind; die Hinterfüße sind durchaus nach
schoben, in gleicher Flucht mit dem Körper
nd so zu beiden Seiten des kurzen Schwanzes
ß sie eine mächtige, doppelte senkrechte End-
en, welche das wesentliche Bewegungswerk-
Thiers ist. Die Zitzen liegen weit nach
der Nähe dieser missgestalteten Ruderfüße.
isten Robben leben im Meere, einige auch
Landseen (Baikal, Aral, Kaspisches Meer),
in der Nähe der Küsten, wo sie sich be-
Flußmündungen an felsigen, unbewohnten
o in der Nähe der Eisbänke gesallen. Auf
artigen Vorderfüße gestützt, kriechen sie müh-
schweren Körper auf dem Boden schleifend,
eblingsplätzen aufs Trockene, wo sie meistens
tlich in der Sonne schlafen und beim Nahen
or sich sogleich in das Wasser stürzen. Man
es Speks und der Häute wegen, indem
f dem Eise oder dem Lande überrascht und
hlägen auf die Nase betäubt.
der Seehunde (Phocida). Kein äußeres
beiden Hemisphären, aber vorwiegend im
ierher der gemeine Seehund (Phoca vitu-
7) in den nördlichen Meeren, und ebenda-
appmütze (Stemmatopas cristatus, Fig. 20),
das Männchen auf der Nase eine mützen-
der Mitte gelelte Haut besitzt, die aufge-
en kann. Der Klappmütze entspricht im
See-Elefant (C. proboscidea), dessen Nase
rzen Rüssel verlängert ist. Diese größte
bis 30 Fuß lang.
der Ohrrobben (Otarida). Eine äußer-
kleine Ohrmuschel. Im Süden und im
nn bis hoch in den Norden hinauf. Dort
der Seebär (Arctocephalus falclandicus,
. 1), der zuweilen sogar durch die Insel-
nach Grönland sich verirrt.
der Walrosse (Trichechida). Sehr ab-
n den übrigen; Eckzähne ungeheuer, hauer-
end, Schneidezähne meist im Alter aus-
einfachen platten Backzähne nach innen ge-
l des Walrosses, Fig. 3). Nähren sich
n, die sie mit den Hauern aus dem Sande
Die Eckzähne sehr geschätzt als Elfenbein.
15 Fuß lang. Früher bis nach Norwegen
gt nur noch in der Höhe von Spitzbergen.
t (Trichechus rosmarus, Fig. 2).

Neunte Ordnung.

Rüsselthiere (Proboscidea).

Zwei lange Stoßzähne im Zwischenkiefer; keine Schneidezähne im Unterkiefer; aus queren Schmelzfalten zusammengesetzte, platte Backzähne. Nase in einen Rüssel verwandelt. Zehen verwachsen, mit platten Deckhufen.

Der Schädel (Schädel des jungen Elefanten, Taf. 8, Fig. 3) der Rüsselthiere ist verhältnismäßig groß, hoch und schwer, die Stirn fast steil abfallend, was indeß nicht in der Ausbildung der Gehirnmasse seinen Grund hat; die Hirnkapsel ist im Gegentheil im Verhältniß zu dem großen Schädel auffallend klein, das äußere und innere Blatt der Schädelknochen aber durch blasig aufgetriebene Knochenzellen, welche mit Fett gefüllt sind, voneinander getrennt. Der Raum, den diese Zellen einnehmen, ist ebenso bedeutend, als derjenige für das Gehirn. Die Bezahnung ist höchst eigenthümlich. Gewöhnlich sitzen in jedem Kiefer nur zwei ungemein große, länglich-vierseitige, platte Mahlzähne, die nur unbedeutende Wurzeln haben, deren Oberfläche aber bei den eigentlichen Elefanten mit innern durch Cement verbundenen Schmelzfalten besetzt ist, die meistens verschiedene Rhombenfiguren zeigen.

In dem Maße als sich diese breiten Mahlzähne abnutzen, bilden sich hinter ihnen in der Kieferrinne neue, die sich allmählich nach vorn schieben und die Stelle der abgenutzten Zähne einnehmen, welche nach und nach zerbröckeln und verloren gehen. Durch dieses beständige Abnutzen und Ersetzen, das sich bis in das hohe Alter der Thiere ununterbrochen fortsetzt, wird ein ziemlicher Wechsel in der Bezahnung, je nach den verschiedenen Altersperioden des Thiers herbeigeführt. Die Rüsselthiere schließen sich durch diesen Zahnwechsel äußerst nahe an die Seekühe an, bei welchen ein ähnlicher Ersatz der abgenutzten Zähne beobachtet wird. Außer diesen Backenzähnen, die bei den alten Thieren in dem Unterkiefer einzig vorhanden sind (bei den Mastodonten allein existiren in der Jugend zwei kurze Milchstoßzähne im Unterkiefer), finden sich in dem Oberkiefer zwei Stoßzähne, welche lang, konisch zugespitzt, leicht gekrümmt und bei dem Männchen weit mehr entwickelt sind als bei dem Weibchen. Diese Stoßzähne, die oft eine gewaltige Länge und ein Gewicht von einem Centner erreichen, stehen zu beiden Seiten aus dem Maule, den Rüssel umfassend, hervor und liefern das bekannte Elfenbein. Der Rüssel selbst ist die Verlängerung der Nase, deshalb in der Mitte durch eine senkrechte Längsscheidewand in zwei Röhren getheilt und vorn mit einem zum Ergreifen geeigneten, fingerartigen Fortsatze versehen. Gewaltige Muskelmassen bedingen seine freie Beweglichkeit. Das äußere Ohr der Rüsselthiere ist bedeutend, die Füße plump, säulenförmig und mit fünf kleinen platten Hufen versehen, die den fünf wohlausgebildeten Zehen entsprechen, welche aber ganz in Sehnengewebe eingehüllt und von der Haut umschlossen sind. Der Fuß stellt so einen mit dicker Schwielenmasse gefüllten Ballen vor, auf dessen oberer Fläche die Hufe aufliegen. Das Weibchen hat nur zwei Zitzen, welche an der Brust liegen, der Schwanz ist kurz, mit steifen Borsten besetzt.

Wir kennen jetzt nur zwei Arten, den indischen Elefanten (Elephas indicus, Fig. 2), größer von Statur, mit kleinern Stoßzähnen, kleinen Ohren und fast senkrecht abfallender Stirn, der im tropischen Asien als Hausthier gezähmt wird, und den afrikanischen, mit ungeheuern Schlappohren, rhomboidalen Schmelzfiguren der Zähne, der jetzt nur noch wild vorkommt, des Elfenbeins wegen gejagt wird, im Alterthum aber gezähmt

wurde. Die wilden Elefanten leben besonders in sumpfigen Wäldern truppweise unter Anführung eines alten Männchens. In der Gefangenschaft pflanzen sie sich nur ausnahmsweise fort.

Zehnte Ordnung.
Klippschliefer (Lamnungia).

Kleine Gürtelkuchler von nagethierähnlichem Habitus, dicht behaart, mit höckerigen Backzähnen und flachen Hufen an den Zehen.

Es gibt nur eine Gattung mit zwei Varietäten oder Arten; der Damau, in felsigen Gegenden Syriens und am Rothen Meere (Phajan der Bibel, Hyrax syriacus) und der Klippschliefer, vom Cap bis nach Abyssinien hinauf (Hyrax capensis, Taf. 7, Fig. 4). Niedliche Thiere von der Größe eines Kaninchens, mit weichem Pelz, kurzen Ohren und Schwanz, gespaltener Oberlippe, vorn vier, hinten drei Zehen, bis an das Ende mit Haut verbunden; die hintere freie Innenzehe trägt eine Kralle, alle andern Hufe. Die mittlern Schneidezähne des Oberkiefers des Milchgebisses fallen aus; die äußern bleibenden nagerartig, die untern horizontal gestellt; keine Eckzähne; die zahlreichen Backzähne (sieben jederseits) oben wie unten mit queren Höckern. Sie nähren sich von Pflanzen und graben sich Erdhöhlen.

Legion der Adeciduaten oder Zottenkuchler.

Die Placenta wird durch mehr oder minder gehäufte Zotten vertreten, die auf der ganzen Oberfläche des Eies zerstreut und nur loder in die Schleimhaut des Uterus eingefügt sind, sodaß sie sich bei der Geburt davon trennen.

Gruppe der Ungleichzeher (Perissodactyla).

Von den ältesten Tertiärschichten an, wo zuerst Zottenkuchler auftreten, lassen sich zwei wesentliche Reihen von Säugethieren unterscheiden, die man früher einer Ordnung, den Dickhäutern oder Pachydermen zuzählte und die außerdem bei weiterer Entwickelung einestheils in die Einhufer, anderntheils in die Wiederkäuer auslaufen. Die charakteristischen Unterschiede dieser Reihen liegen in der allmählichen Reduction der Zehen. Wahrscheinlich überall von der ursprünglichen Fünfzahl ausgehend, äußert sich diese Reduction bei der einen Reihe dahin, daß die Mittelzehe das Uebergewicht gewinnt und die beiden andern Paare der Zehen, inneres wie äußeres, nach und nach verkümmern, den Boden nicht mehr berühren oder ganz, bis in die Mittelfußknochen hinein, mit der Mittelzehe verschmelzen, sodaß diese zuletzt allein den Boden berührt und allein den ganzen Fuß bildet. Bei der andern Reihe bleiben die beiden mittlern Zehen im Vorsprunge (die dritte und vierte) sodaß die beiden innern und die äußern nach und nach in ähnlicher Weise verschwinden und dann der Fuß aus zwei Zehen besteht. Da mit diesen auffallenden Fußbildungen auch noch andere Eigenthümlichkeiten in Verbindung stehen und die Affiliation der ausgestorbenen, mit mehr Zehen versehenen Typen mit den jetzt lebenden bei den meisten deutlich nachgewiesen werden kann, so muß die frühere Ordnung der Dickhäuter gänzlich aufgehoben und in diese beiden Gruppen der Ungleichzeher und der Gleichzeher zerlegt werden. Die erste dieser Reihen gipfelt dann mit den Einhufern, die andere mit den Wiederkäuern. Die Zehen der Thiere in beiden Reihen sind mit Hufen versehen, in welchen meist das Zehenende wie in einem Schuh steckt, weshalb man sie auch als Hufthiere (Ungulata) bezeichnet hat.

Elfte Ordnung.
Einhufer (Solidungula).

Zottenkuchler mit einem einzigen [illegible] allen drei Zahnarten.

Der Schädel (Schädel des Pferdes, Taf. [illegible]) langgestreckt, pyramidal, die Stirn flach, [illegible] vorgezogen und der Unterkiefer namentlich [illegible] Entwickelung bemerklich; der Mund ist [illegible] mit sechs Schneidezähnen bewaffnet, welche eine bohnenförmige braune Vertiefung auf der [illegible] fläche zeigen, die später durch die Abnutzung [illegible] eine lange Zahnlücke, die bei der [illegible] Zaumes benutzt wird, wird nur von [illegible] rudimentären Eckzahne unterbrochen, der [illegible] nicht zur Entwickelung kommt; die sechs [illegible] in jeder Kieferhälfte stehen, sind vier[illegible] erste und letzte dreiseitig, seitlich zusammen[illegible] auf der ebenen Kaufläche mit vier [illegible] wundenen Schmelzleisten gezeichnet. [illegible] vier Füßen sind die obern Knochen der [illegible] nur kurz, die der Mittelhand oder [illegible] angehörigen aber bedeutend verlängert; [illegible] es nur die mittlere Zehe, welche an dieser [illegible] theilnimmt und den Stützknochen des [illegible] bildet. Die Knochen der Hand- oder [illegible] nur kurz und in zwei Reihen gestellt, [illegible] Reihe folgt der starke Mittelknochen der [illegible] zu dessen beiden Seiten oben noch kleine [illegible] Knochen, Rudimente der äußern Zehen, [illegible] sind; es wird dieser Knochen gewöhnlich [illegible] bein genannt. Auf ihn folgen die beiden [illegible] beweglich verbundenen Zehenglieder, welche [illegible] bilden, und als letzte Endigung das Endglied, umgeben von dem Hufe, dessen [illegible] eine mehr oder minder halbmondförmige [illegible] Die Haut aller Einhufer ist kurz und [illegible] der Hals mit einer Mähne geziert, [illegible] Schwanz meist mit einem Büschel langer [illegible] besetzt.

Die Einhufer sind gesellige Thiere, [illegible] zusammen besonders gern die Hochebenen [illegible] ten Plateaux bewohnen, wo sie gemeinschaftlich [illegible] selbst und ihre Jungen gegen die Angriffe [illegible] thiere vertheidigen. Wir haben bekannt[illegible] ten, das Pferd und den Esel, zu Haustieren [illegible] Die erste Art ist in unzähligen Varietäten [illegible] über die ganze Erde verbreitet, läßt sich [illegible] Klimate mit Ausnahme der heißesten [illegible] wohnen und ist in den Steppengegenden [illegible] und Neuen Welt nach der Zähmung [illegible] wildert, sodaß das ursprüngliche wilde [illegible] mehr vorhanden ist; der wilde Esel da[illegible] als äußerst behendes, schlaues und [illegible] auf den Gebirgsebenen Persiens und [illegible] wo er Onager oder Kulan genannt [illegible] zähmtem Zustande läßt sich der Esel [illegible] so hoch nach Norden verpflanzen, als [illegible] seine Entwickelung leidet sehr unter [illegible] kälterer Klimate. Die Bastarde zwischen [illegible] Maulthier und Maulesel, sind in der [illegible] unfruchtbar, pflanzen sich aber in [illegible] fort und werden dort ihrer Ausdauer [illegible] ordentlich geschätzt.

In Beziehung auf die Färbung [illegible] sprünglich asiatischen (oder vielleicht [illegible] ländischen) und die afrikanischen [illegible] sondert gegenüber. Die erstern sind [illegible] höchstens mit dunklerm Rückenstreifen [illegible] seits auf die Schultern fortsetzt (Kreuzzeichen

ort unser in unzählige Rassen aufgelöstes Pferd caballus, Fig. 9), das ursprünglich von kleinen, dickköpfigen, den jetzigen Tarpans der ei ähnlichen wilden Thiere abstammen, aber eilweise mit afrikanischen Arten gekreuzt wor- : mag; der Esel (Equus asinus, Fig. 11), der etai (Equus hemione), isabellfarbig. Die chen Pferde, die niemals zu Hausthieren ge- wurden, sind alle quergestreift, an den Füßen t; hierher das ganz gestreifte Zebra (Hippo- ebra, Fig. 12), das vorn gestreifte Quagga auw; das hinten gestreifte, am Körper ein- Burchell's Pferd (Hippotigris Burchelli), alle n Thiergärten.

Zwölfte Ordnung.
Vielzeher (Polydactyla).

leichzeher mit drei oder vier Zehen, Haut und schmelzfaltigen Jochen auf ackzähnen. Plumpe Thiere.

lie der Nashörner (Nasicornia). Der plumpe ruht auf kurzen Beinen; die Haut ist fast nackt, rtig, in Falten gelegt, der Schädel dreieckig efer Stirnfläche, welche vorn gegen die Schnauze oder zwei spitze, krumm gebogene, faserige Hörner Schädel des indischen Nashorns, Taf. 7, Fig. 6). örner, welche nur mit der Haut zusammenhängen, ndeß auf den gewölbten Nasenbeinen, welche er die Kiefer vorragen und zuweilen selbst bei fossilen Arten von einer knöchernen Nasen- and gestützt werden. Die Schneidezähne wech- den verschiedenen Arten sehr, indem bald e oder vier kleine und unentwickelte oben und orhanden sind; die Eckzähne fehlen stets; die ne Lücke getrennten Backzähne sind vierseitig, o erscheinen je nach dem Grade ihrer Abnutzung verschiedener Gestalt. Doch sieht man stets er weniger, besonders an den Unterkieferzähnen er zwei halbmondförmige Leisten, deren Con- nach außen gewendet ist. Die Füße haben vorn nten drei wenig getrennte, mit kleinen Hufen Zehen. Die Thiere leben gesellig in den n Tropenwäldern der Alten Welt.

bt nur eine Gattung (Rhinoceros); die Arten iden sich hauptsächlich durch die Zahl der und die Falten der Haut. Einhörnige: das bildete indische Nashorn (Rhinoceros indicus, auf dem Festlande Indiens; das javanische eros javanus); mit zwei Hörnern das suma- und afrikanische. Die Lebensart aller ist die- Zorne und sie fürchterlich.

ie der Tapire (Tapirida). Thiere von schweins- Habitus, mit kurzem Stummelschwanz, dünn er Haut und einem kurzen, sehr beweglichen, torgan benutzten Rüssel, der die Unterlippe . Der Schädel (Schädel des Tapirs, Fig. 8) ist rn schmal; die kurzen Nasenbeine springen dach- über die weit ausgeschnittene Nasenöffnung. Es ch oben und unten in den Kiefern sechs Schneide- nd dann ein kurzer, nicht sehr bedeutend ent- Eckzahn, welchem in der Oberkinnlade sieben, ntern sechs Backzähne folgen, die mit einfachen ypelten Querjochen versehen sind. Die Füße der sind schlank, die Zehen, deren sich vier an den üßen, drei an den Hinterfüßen befinden, wohl und mit platten Hufflauen versehen. Die leben in sumpfigen Wäldern, an Morästen ufern in Heerden und flüchten sich bei Ge- rn ins Wasser, da sie vortrefflich schwimmen chen.

Am längsten bekannt ist die in ganz Südamerika, besonders in den Niederungen verbreitete einfarbig graubraune Art, der Anta (Tapirus americanus, Fig. 7), von der Größe des Esels; erst später wurde in Hinterindien, Sumatra, der Schabrackentapir, Maiba (Tapirus indicus), mit weißem Kreuze, sonst schwarz und noch später eine kleinere Art mit Zottelhaaren (Tapirus villosus) in den Cordilleren entdeckt.

Gruppe der Gleichzeher (Artiodactyla).

Alle dieser Gruppe angehörigen Thiere gehen entweder wesentlich oder ausschließlich auf den beiden mittlern Zehen, der dritten und vierten. Selbst da, wo vier Zehen vorhanden, sind die beiden mittlern die stärksten, und wo sich nur drei finden, ist die Abweichung von der Gleichzahl dadurch bedingt, daß die eine äußere Zehe ganz rudimentär geworden, die andere aber noch in reducirtem Zustande erhalten ist. Am Unterarm und Unterschenkel verwachsen die beiden Knochen mehr oder minder, während die Mittelfußknochen sich nach der Zahl der Zehen reduciren und schließlich, bei den Wiederkäuern, ebenfalls zu einem einzigen Knochen verwachsen.

Dreizehnte Ordnung.
Schweinsthiere (Chaeromorpha).

Plumpe Thiere mit allen drei Arten von Zähnen, mehr als zwei Zehen, nackter oder borstiger Haut, ohne Hörner und zusammengesetztem Magen.

Familie der Flußpferde (Obesa). Höchst plumpe, große Thiere mit niedern Beinen, ungeheuerm Kopf, breiten Lippen, oben auf der Stirnfläche stehenden Augen, kurzen nackten Ohren und auf der Oberfläche der Lippen stehenden, verschließbaren Nasenlöchern. Der Schädel (Schädel des Flußpferdes, Taf. 7, Fig. 15) ist flach, mit fast röhrenförmig vorstehenden, ganz geschlossenen Augenhöhlen, ungeheuern Kiefern und höchst kleinem Hirnraum. Die Kiefer sind oben und unten mit vier kegelförmigen, fast wagerecht stehenden Schneidezähnen bewaffnet, auf welche die gewaltigen Eckzähne folgen, die im Unterkiefer ungemein massiv und säbelförmig nach außen gekrümmt sind, während die des Oberkiefers nur kurz erscheinen und stets gegen die innere Fläche der untern sich abnutzen; die Backzähne sind fast viereckig und die hintern mit doppelten, in Längsreihen gestellten, dreiseitigen Kegelhöckern versehen, welche bei der Abnutzung kleeblattähnliche Zeichnungen bilden. Vor den eigentlichen Backzähnen stehen kleine unentwickelte Lückenzähne, welche nur einen Höcker zeigen. Die fast haarlose Haut ist ungeheuer dick, der Schwanz kurz, die Schnauze außerordentlich breit und aufgewulstet, die plumpen Füße mit vier nur wenig getheilten, fast gleichen Zehen versehen. Die jetzt lebende Art (Hippopotamus amphibius, Taf. 8, Fig. 1), welche die Familie bildet, hält sich nur in den großen Flüssen und Seen Afrikas auf, deren Ufer sie abweidet. Das Thier schwimmt und taucht vortrefflich. Ist der Behemoth der Bibel.

Familie der Schweine (Suida). Der Körper, der zwar immer noch plump, aber doch auf höhern und schlankern Beinen als beim Flußpferde getragen ist, wird von Borsten bedeckt, die zuweilen auf dem Rücken Borstenkämme und Mähnen bilden. Die Nase bildet mit der Oberlippe einen kurzen Rüssel, der zum Wühlen in der Erde geschickt ist. Die Schneidezähne (Schädel des Babirussa, Fig. 5) sind bei allen Schweinen vorhanden, aber nur wenig entwickelt; die Eckzähne hingegen sind sowol in dem Ober- als in dem Unter-

kiefer stark entwickelt und namentlich bei dem Männchen zu scharfkantigen Hauern ausgebildet, die bei den meisten Gattungen seitlich aus dem Munde hervorragen und als gefährliche Waffe dienen. Die Backzähne sind meist in ziemlicher Anzahl vorhanden, bis zu sieben in jeder Kieferhälfte, und auf der Mahlfläche mit stumpfen Zitzenhöckern versehen, die sich mehr oder minder abnutzen und dann rundliche oder kleeblattähnliche Zeichnungen bilden. An den Füßen sind die beiden Mittelzehen stärker verlängert, vollkommen frei und mit zwei großen Hufklauen versehen, womit die Thiere allein den Boden berühren. Die beiden äußern Zehen sind bei weitem kleiner, kürzer und durch zwei kleinere Afterklauen an der hintern Fläche der Füße angezeigt. Die Thiere dieser Familie sind über die ganze heiße und gemäßigte Zone aller Erdtheile verbreitet und als Nahrungsmittel geschätzt, weshalb die Zucht einiger Arten als wesentlicher Zweig der Landwirthschaft betrieben wird. Die wilden leben stets in großen Rudeln zusammen und lieben besonders morastige Waldungen.

Man unterscheidet viele Gattungen, und innerhalb dieser viele Arten. Unser Hausschwein ist wahrscheinlich aus einer wilden indischen Art und einer in Europa ausgestorbenen Varietät, dem Torfschweine, aufgezüchtet und durch Vermischung mit andern wilden Arten aus unserm Wildschweine (Sus scrofa, Fig. 4) weiter ausgebildet worden. Sehr verschieden von den eigentlichen Schweinen sind die Hirschebber (Porcus babyrussa) auf den Molukken, bochbeinige, schlanke Thiere, deren obere Eckzähne hörnerartig gebogen nach der Stirn hin umwachsen, die amerikanischen Nabelschweine oder Pecari (Dicotyles torquatus, Taf. 7, Fig. 14) mit sehr wenig entwickelten Eckzähnen, die nicht hervorstehen, dreizehigen Hinterfüßen, deren Außenzehe verkümmert, ist und einer Drüse auf dem Rücken, die ein stinkendes Secret liefert; endlich die afrikanischen Warzenschweine, mit ungeheuern Hauern und dicken Warzen unter den Augen, deren Backzähne allmählich bis auf einen abgestoßen werden, der sehr lang ist, bis 14 Höckerpaare trägt und abgenutzt fast einem Elefantenzahne ähnlich ist. Der Emgalo (Phacochaerus aethiopicus, Fig. 13), der zu dieser Gruppe gehört, soll wegen seiner Wildheit und der fürchterlichen Wunden, die er schlägt, von den Kaffern mehr gefürchtet werden als der Löwe.

Vierzehnte Ordnung.

Wiederkäuer (Ruminantia).

Zottenkuchler mit zwei Zehen, von Hufen bekleidet, und zusammengesetztem Magen, an welchem eine Schlundrinne die abermalige Herausbeförderung des schon verschluckten Futters vermittelt.

Alle diese Thiere sind reine Pflanzenfresser mit verhältnißmäßig kleinem, langgestrecktem Kopf und vorgezogenen, schwachen Kiefern, die sehr abweichend von andern Säugethieren bezahnt sind; in dem Zwischenkiefer fehlen nämlich mit Ausnahme des Kamels (Schädel des Kamels, Taf. 10, Fig. 1) die Schneidezähne durchaus und sind durch einen harten, schwieligen Wulst der innern Mundhaut ersetzt; in der Unterkinnlade (Schädel des Stiers, Taf. 8, Fig. 8) dagegen finden sich sechs bis acht meißelartige, schief nach außen gerichtete Schneidezähne in einem Halbkreise gestellt. Die Eckzähne wechseln ausnehmend in ihrer Entwickelung, bei den meisten Gattungen fehlen sie ganz, sodaß eine lange, ununterbrochene Zahnlücke sich von den Schneide- zu den Mahlzähnen hinzieht; bei andern sind sie klein, hinfällig oder nur bei [illegible] entwickelt, bei wenigen bedeutend groß, und der [illegible] kiefers (Schädel des Moschusthiers, Taf. [illegible] langen krummen Haken ausgebildet, welche [illegible] nach unten heraus stehen. Die Backzähne [illegible] in der Zahl von sechs in jeder Kieferhälfte [illegible] haben eine prismatische Gestalt, eine quer [illegible] auf welcher sich zwei Paare von halb[illegible] Schmelzfalten zeigen, die der Länge nach [illegible] und deren Convexität im Unterkiefer nach [illegible] Oberkiefer nach innen schaut. Die Anatomie [illegible] knöchernen Schädels ist stets vollkommen [illegible] das Stirnbein häufig ausgezeichnet durch [illegible] Auswüchse und Knochenzapfen (Schädel des [illegible] Taf. 10, Fig. 4), welche als Hörner oder [illegible] außen vorstehen. Sämmtliche Füße enden [illegible] dreieckigen Hufen bekleidete Zehen, die gewöhnlich voneinander getrennt sind. [illegible] das Skelet (Skelet des Kamels, Taf. [illegible] a das Schulterblatt, b Oberarmbein, [illegible] c Unterarm, d Handwurzel [fälschlich Kn[illegible] e Mittelfußknochen [canon], f Zehen, [illegible] Hinterfußes, h Canon desselben, i Fußwurzelschenkel, l Oberschenkel) eines solchen Fußes, man, daß in ähnlicher Weise wie bei der [illegible] der dem Mittelfuße entsprechende Theil [illegible] durch seine Verlängerung auch die Verg[illegible] Fußes herbeiführt. Dieser Mittelfußknochen bei den Wiederkäuern deutlich aus zwei [illegible] linie zusammengeschweißten Hälften [illegible] und hat unten für jede aus drei Gliedern [illegible] gesetzte Zehe einen besondern rollenförmigen [illegible] kopf. Häufig noch zeigen sich an der [illegible] dieses verschmolzenen Mittelfußknochens [illegible] Ansätze, Rudimente der beiden äußern [illegible] besondere kurze Zehenglieder und Afterklauen, sodaß in Wahrheit vier Zehen, zwei [illegible] und zwei verkümmerte existiren, deren [illegible] zu einem einzigen Cylinder verschmolzen [illegible]

Von manchen anatomischen Eigenthümlichkeiten scheint als die vorstechendste die Bildung des [illegible] welche mit dem sonderbaren Wiederkauen bei allen Thieren dieser Ordnung beobachtet [illegible] sammenhange steht. Der Magen der Wi[illegible] (Taf. 8, Fig. 6) ist nämlich in drei Abtheilungen zerfällt, von welchen stets [illegible] Pförtnerantheil bildet, während die [illegible] ersten Säcke dem Speiseröhrentheile angehören. [illegible] men wir als Beispiel den Magen des [illegible] findet sich hier die Einmündung der Speiseröhre in dem Punkte, wo drei Abtheilungen [illegible] zusammenstoßen; die größte, am meisten [illegible] gelegene, mehrfach gelappte Abtheilung, in [illegible] Futter unmittelbar aus der Speiseröhre [illegible] weite Oeffnung eintritt, zeigt auf ihrer [illegible] eine dicke, fast hornartige Schicht von Epi[illegible] heißt der Pansen (d; Rumen, Ingluvies [illegible] Pansen führt eine ziemlich weite Oeffnung [illegible] hin in den Netzmagen oder die Haube (Reticulum, Ollula), welche unmittelbar unter [illegible] röhre liegt, auf ihrer Oberfläche mit [illegible] Zellen versehen ist und einen sauern [illegible] sondert. Das Futter, welches in kleinen [illegible] aus dem Pansen, wo es mit speichelartigem [illegible] saft durchweicht wurde, in den Netzmagen [illegible] von diesem durch eine Oeffnung in [illegible] zurückgetrieben, gewissermaßen erbrochen [illegible] so wieder in den Mund, in welchem [illegible] durchgekaut wird. Beim zweiten Hinab[illegible] es indeß seinen Weg und geht nicht [illegible]

sondern an diesem und dem Netzmagen vor-
en dritten Magen. Die Speiseröhre setzt sich
nach rechts hin in Gestalt einer muskulösen
ort, welche durch zwei lippenartige Falten ge-
irb, deren Ränder sich fest aneinanderlegen
die Rinne zur Röhre umgestalten können.
weiten Hinabschlucken nach dem Acte des
aues gleitet das Futter in dieser Schlund-
nmittelbar in den dritten Magen, der eine
Form hat und auf der Oberfläche mit einer
längsgestellter Blätter geziert ist, welche ihm
nen des Buches, des Psalters oder Blätter-
s (b; Omasus, Psalterium) verschafft haben;
sem führt eine Oeffnung in die letzte, darm-
Portion, den Pförtnertheil des Magens, wel-
rtsächlich die Stätte für die Absonderung des
Magensaftes ist und wegen seiner die Milch
machenden Eigenschaft der Lab- oder Käse-
(e; Abomasus) genannt wird. Die große
ation der Magenbildung steht ohne Zweifel
Umstande in Zusammenhang, daß alle Thiere
rdnung auf Gräser und Kräuter zur Nahrung
en sind, d. h. auf Pflanzentheile, die sehr
ubstanzen enthalten, aus denen Fleisch und
bildet werden können; sodaß eine bedeutende
von Futter in dem Extractionsapparate des
behandelt und der Prozeß der Ausziehung
vollständig als möglich durchgeführt werden
zu das öftere Durchweichen mit verschieden
ngesetzten Magensäften und die bedeutende
rung und Verarbeitung der Futtermasse die
ßten Hülfsmittel sind. Der Darmkanal der
uer, welcher im übrigen keine wesentlichen
mlichkeiten zeigt, macht sich durch seine außer-
ge Länge bemerkbar, indem er wenigstens elf-
fmal, manchmal vierundzwanzigmal so lang
Körper ist. Die Zitzen liegen bei allen weit
ten zwischen den Hinterschenkeln.

Ordnung der Wiederkäuer ist diejenige, welche
ntlichste Fleischnahrung des Menschen liefert;
re dieser Ordnung werden gegessen und die
iger Arten bildet die wesentlichste Grundlage,
thedingung für die Möglichkeit einer größern
ng des Menschen an gewissen Orten und der
ervorgehenden Civilisation. Alle diese Thiere
sellig in Heerden, und zwar meistens in der
ein einziges älteres Männchen als Haupt
Weibchen und Jungen zusammengesetzten
rscheint.

e der Kamele (Tylopoda). Weder Hörner
eihe. Im Oberkiefer (Schädel des Kamels,
Fig. 1) ein äußerer Schneidezahn, der neben
hn rückt. In der Zahnlücke ein eckzahnartiger
n, der oft ausfällt. Die Thiere treten nicht
Zehen, sondern mit einer unter denselben ent-
schwieligen Sohle auf. Man unterscheidet zwei
: die Kamele der Alten Welt (Camelus),
chbeinig, langhalsig, mit ganzer Schwielen-
chwielen an Knien und Brust zum Nieder-
o Niederlegen, straffem Haar und einem oder
affen Fetthöckern auf dem Rücken. Sind seit
klicher Zeit gezähmt und wild nicht mehr vor-
Das Dromedar (Camelus dromedarius) haupt-
on den Arabern gezüchtet und mit diesen ver-
mit einem Höcker, darunter die sehr schlanken,
nellen Rennkamele (Mehari); und das Trampel-
amelus bactrianus, Taf. 9, Fig. 12), von der
nrasse gezüchtet und mit dieser verbreitet, mit zwei

Die Kamele der Neuen Welt (Auchenia),
Berggegenden Südamerikas, haben geraden
Rücken, langes feines Wollhaar und eine gespaltene Schwielensohle, sodaß jede Zehe mit ihrem Oberhuf isolirt ist. Das als Lasttbier in den Cordilleren gezähmte Lama (Auchenia Lama, Taf. 10, Fig. 2), stammt von dem wilden Guanaco; das Alpaca (Auchenia paca) und Vicunia (Auchenia Vicunna) werden wie unsere Schafe, der Wolle und des Fleisches wegen gezüchtet.

Die Familie der Giraffen (Devexa) wird nur von der einzigen bekannten jetztlebenden Art gebildet. Die Giraffe (Camelopardalis Girafa, Taf. 10, Fig. 3) zeichnet sich durch den auffallend langen Hals, den kurzen Körper mit abschüssiger Rückenlinie und den kleinen Kopf mit doppelten vom Felle überzogenen, knöchernen Hornzapfen vor den übrigen Wiederkäuern aus. Das Gebiß ist vollkommen dem der Hirsche analog, oben und unten mit sechs Backzähnen, nur fehlen ihm die Eckzähne durchaus. Die Zunge ist sehr lang, fast wurmförmig, und dient zum Ergreifen und Abbrechen der Zweige. Auf dem Stirnbeine stehen vorn zwei kurze, senkrechte Hornzapfen, und beim Männchen hinter denselben noch ein kleinerer mittlerer, die alle von behaarter Haut überzogen sind. Die ungemeine Höhe des Widerristes ist weniger durch die Länge der Vorderbeine, als vielmehr durch die ungemeine Entwickelung der Dornfortsätze der Rückenwirbel bedingt. Den Füßen fehlt die Afterklaue und die Schwiele. Die jetzt lebende Gattung, die eine Höhe von 18 Fuß erreicht, ist auf die Tropenzone des afrikanischen Continents beschränkt.

Die Familie der Moschusthiere (Moschida) wird aus netten, zierlichen, rehartigen Thieren gebildet, die aber keine Geweihe tragen, während die Männchen (Schädel des Moschusthiers, Taf. 9, Fig. 11) große Eckzähne besitzen, welche wie etwas gekrümmte Dolchklingen aus dem Maule hervorragen. Bei dem echten Moschusthiere (Moschus moschiferus, Fig. 10), das die Größe eines Rehes erreicht und in Centralasien vorkommt, findet sich nur bei dem Männchen zwischen Nabel und Penis ein großer platter Drüsensack in der Bauchhaut, der den bekannten Moschus liefert. Bei den Zwergmoschusthieren (Tragulida) fehlt der Moschusbeutel und der Blättermagen; das Gebiß ist wie das der andern; einige Arten erreichen nur die Größe des Hasen.

Die zahlreiche Familie der Hirsche (Cervida), überall als Wild geschätzt, charakterisirt sich einestheils durch die Afterklauen und die großen Thränengruben unter den Augen, welche eine schmierige Flüssigkeit absondern, anderntheils durch die eigenthümliche Art zackiger Hörner, die man als Geweihe bezeichnet, die fast überall nur den Männchen zukommen und zu bestimmten Zeiten gewechselt werden. Nur bei der Untergruppe der Rennthiere besitzt auch das Weibchen Geweihe, die aber weit kleiner und schwächer sind, als diejenigen der Männchen. Der Wechsel der Geweihe steht mit der Geschlechtsfunction in engster Beziehung; castrirte Hirsche setzen keine neuen auf, werfen aber auch die vorhandenen nicht ab. Als Basis dieser Geweihe findet sich auf dem Stirnbeine ein Knochenzapfen, der nach oben einen Kranz bildet, auf welchem das neue Horn sich aufsetzt; dieses bildet sich ganz in ähnlicher Weise, wie die neue Knochenmasse oder der Callus nach Verletzungen von Knochen, indem eine Entzündung entsteht, welche Knorpelmasse absondert, die von der Haut überzogen ist; der ästige Knorpelstab wächst sehr schnell heran, vergrößert sich immer mehr und verknöchert endlich gänzlich in aufsteigender Richtung von dem Stirnbeine her. Sobald die Verknöcherung vollständig geworden ist, so fängt die umhüllende Haut, der sogenannte Bast, an zu vertrocknen und wird dann meistens von den Thieren selbst durch

Reiben und Schlagen an Bäumen entfernt. Die Männchen haben oft Eckzähne, die aber stets klein bleiben.

Das Rennthier (Tarandus rangifer, Fig. 7), das Hausthier des hohen Nordens, hat in beiden Geschlechtern Geweihe. Eine Augenzinke stellt sich meist unsymmetrisch senkrecht über die Nase. Hufe sehr breit und tief gespalten. Mähne am Halse. Stangen der Geweihe am Ende verbreitert. Das Elenthier (Alces jubata, Fig. 6) in den kalten Gebieten beider Welttheile, mit sehr hohen Beinen, breiter Oberschnauze, die wie eine kurze Schürze über das Maul hängt, und fast unmittelbar verbreiterten Geweihen; unser Edelhirsch (Cervus elaphus, Fig. 8) mit vielfach verästeltem Geweih, dem in Amerika der Wapiti (Cervus canadensis), weit größer an Gestalt und Geweih, entspricht; das Reh (Cervus capreolus, Fig. 9), und bis in die Tropen eine Menge verschiedener Arten.

Familie der Hohlhörner (Cavicornia). Ohne Zweifel die wichtigsten unter allen Thierfamilien für die Oekonomie des Menschen. Das Stirnbein trägt bei diesen Thieren in beden Geschlechtern kurze, solide, zugespitzte Knochenzapfen, über welchen sich eine hohle Hornscheide ausbildet, die beständig bleibt, durch Ansatz neuer Schichten an der Haut nach außen fortwächst und so die hohlen Hörner bildet, welche bei einigen Gattungen nur bei den Männchen, bei den meisten in beiden Geschlechtern vorkommen. Allen Hornthieren fehlen die Eckzähne; die zweizehigen, mit großen, tiefgespaltenen Hufen versehenen Füße zeigen stets noch zwei hintere Afterklauen. Man kann unter ihnen mehrere Gruppen unterscheiden: Die Antilopen mit vollen, festen Knochenzapfen, die zuweilen selbst den Geweihen der Hirsche ähnlich werden und in der That auch bei einer Gattung, der Gabelgemse der amerikanischen Felsengebirge (Dicranoceros furcifer) auf einem Rosenstocke stehen und abgeworfen werden, sodaß hierdurch ein Uebergang zu den Hirschen vermittelt wird, mit schlankem, meist hirschähnlichem Körper und oft mit Thränengruben unter den Augen; theils in den Wüsten und Ebenen der südlichen Zone des alten Continents, theils auch, wie die Gemsen und Gabelgemsen, auf den höchsten Gebirgen, an der Grenze des ewigen Schnees in Europa, Asien und Amerika einheimisch. Wir bilden aus dieser Gruppe ab: die Gemse (Capella rupicapra, Fig. 2) auf den europäischen Hochgebirgen, Isard in den Pyrenäen genannt, mit ziegenähnlichem Habitus; die Canna (Oreas Canna, Fig. 3) oder Elen-Antilope, großes schweres Thier aus Südafrika; die zierliche leichtfüßige Gazelle (Gazella Dorcas, Fig. 4), einem Reh im Habitus ähnlich, in Nordafrika und Arabien; das mehr pferdeartige Gnu (Catoblepas Gnu, Fig. 5), ein wildes unzähmbares Thier aus Südafrika, mit seltsam gekrümmten, auf der Stirn zusammenstoßenden Hörnern. — Eine zweite Gruppe würde die Schafe und Ziegen umfassen, mit mehr oder minder zusammengedrückten, nach der Seite gebogenen Hörnern, häufig mit Thränendrüsen und Klauendrüsen und meist behaarter Muffel, deren Charaktere aber so ineinanderlaufen, daß keine feste Grenze zu ziehen ist und auch die Thiere untereinander fruchtbare Bastarde erzeugen. Hierher die Schafe mit spiralig nach der Seite gedrehten Hörnern, bartlosem Kinn, behaarter Schnauzenspitze, Thränengruben und Klauendrüsen, und unter diesen unser Hausschaf (Ovis aries, Taf. 8, Fig. 12), mit unendlichen, durch Zucht gebildeten Varietäten, vielleicht von dem noch in den Mittelmeergegenden wildlebenden Muffion (Ovis musimon, Fig. 13) hervorgehend. Zu den Ziegen mit kantigen Hörnern und Bart, ohne Thränengruben und Klauendrüsen gehört unsere gemeine Ziege (Capra hircus, Fig. 14), ebenfalls in zahllosen Varietäten von alters her gezüchtet und der jetzt fast in den Alpen ausgerottete Steinbock (Capra Ibex, Taf. 9, Fig. 1), welcher in andern Gebirgen (Sierra-Nevada, Kaukasus, Pyrenäen, Sinai u. s. w.) nahe verwandte Arten aufzuweisen hat. — Die dritte Gruppe ist diejenige der Rinder, mit schwerem, plumpen Körper, nach außen gewandten Hörnern, vorderen Stirnzapfen, nackter Muffel, ohne Thränengruben und Klauendrüsen. Hierher unser Hausrind (der Stier, Bos taurus, Taf. 8, Fig. 7), das wahrscheinlich, zum Theil wenigstens, vom Ur (Bos primigenius) abstammt, der noch im Mittelalter in Centraleuropa wild lebte und gejagt wurde. Eine andere wilde Art, der Auerochse oder Wisent (Bison europaeus, Fig. 9), der nie gezähmt wurde, lebt noch im Kaukasus und dem Walde von Bialowiß und ist dem nordamerikanischen Bison (Bison americanus, Fig. 10) nahe verwandt. Höchst eigenthümlich ist endlich der Moschusochse (Ovibos moschatus, Fig. 11) in den nordamerikanischen Polargegenden, der den Uebergang zu den Schafen bildet und früher zur Eiszeit bis nach Mitteleuropa verbreitet war.

Gruppe der Fischfänger (Natantia).

Der wesentliche Charakter dieser Gruppe besteht in der fischähnlichen Gestalt, der nackten Haut, die nur einige Tasthaare an den Lippen zeigt, dem Fehlen der Hintergliedmaßen, der Umwandlung der Vordergliedmaßen in Flossen, innerhalb welcher die durch articulirte Stücke repräsentirten Zehen dicht von der Haut umschlossen stecken, und im Vorhandensein einer wagerecht gestellten, von Sehnenhaut gestützten Schwanzflosse. Die meist geselligen und oft ungemein großen Thiere bewohnen nur das Meer oder die Buchten großen Ströme, in welche sie hinaufsteigen.

Funfzehnte Ordnung.
Seekühe (Sirenia).

Kopf vom Rumpfe durch einen Hals geschieden. Weiche Lippen mit großen Tastborsten. Nasenlöcher am Vorderrande der Schnauze, nicht zu Spritzlöchern umgebildet. Verschiedene Arten von Zähnen; Eckzähne mit breiter Krone. Zitzen an der Brust. Pflanzennahrung.

Die Seekühe schließen sich durch ihre innere Organisation, abgesehen von der Anpassung an den Aufenthalt im Wasser, am nächsten an die Tapire an. Der verhältnißmäßig kleine Kopf ist nur wenig von dem Körper abgesetzt, aber mit dick aufgewulsteten fleischigen Lippen versehen, die mit starken Borstenhaaren besetzt sind. Die getrennten Nasenlöcher stehen vorn auf der Spitze der Schnauze und die Nasengänge führen keine Spur jenes Spritzapparates, der die Walthiere so auszeichnet; die beiden Hälften des Herzens sind so tief voneinander getrennt, daß dasselbe fast aus zwei nur an einer Stelle miteinander verwachsenen Herzen zu bestehen scheint. Die Bezahnung ist sehr verschieden, namentlich in Bezug auf die Vorder- und Eckzähne; überall sind aber Mahlzähne vorhanden, welche auf das deutlichste auf Pflanzennahrung hinweisen. Die beiden Zitzen liegen vorn an der Brust, nicht hinten am After; die Haut ist meistens mit einzelnen stehenden Borsten besetzt; der Gesichtstheil des Kopfes ist bedeutend kürzer im Verhältniß zum Schädel als bei den Walen, der Unterkiefer meist kräftig und hoch und mit einem wohlentwickelten aufsteigenden Aste versehen. Die Thiere dieser Unterordnung leben

an den Küsten, und namentlich in den
en großer Flüsse, an deren Ufern sie sich von
ı nähren.
milie der Borkenthiere (Rhytinida) lebte
in die Mitte des vorigen Jahrhunderts etwa
üsten Kamtschatkas und der Kurilen, ist aber
änzlich ausgestorben. Die einzige Art, von
ur wenige Fragmente und eine sehr genaue Be-
eines Augenzeugen (Steller's) übrig sind, der
onate lang beobachtete, war ein plumpes Thier
zwanzig Fuß Länge, dessen Haut eine Art
iger Borke darstellte, welche aus miteinander
nen, senkrechten Hornröhren oder Haaren ge-
In jeder Kieferhälfte fand sich oben und
r eine einzige breite Zahnplatte ohne Wurzel,
zungenförmige Gestalt besitzt und aus senk-
chmelzcylindern oder Zahnröhren zusammen-
, welche miteinander verschmolzen sind.
geutlichen Seekühe (Manatida) besitzen stets
ne behaarte Haut und unterscheiden sich wesent-
ı ihre Bezahnung von der vorigen Familie.
Oberkinnlade besitzen sie zwei Schneidezähne,
ei der einen Gattung (Manatus) frühzeitig
, bei der andern aber, wo Ober- und
er plötzlich sich nach unten biegen, sich zu
nigen Stoßzähnen entwickeln; im Unterkiefer
ese Vorderzähne stets; immer finden sich bei
en Thieren wenigstens fünf Mahlzähne in
efer, die eine elliptische Gestalt und quer-
Kronen besitzen, deren Leisten sich nach und
tzen (Schädel des Dugong, Taf. 10, Fig. 6).
alten Dugong bleiben in jedem Kiefer nur
her Zähne übrig, während bei dem Manati
oder zehn erhalten und an den Flossen auch
von Nägeln vorkommen. Letztere, hier ab-
Art, der Manati (Manatus australis, Fig. 5),
h ungemein häufig im Unterlaufe der großen
des östlichen Südamerika an einzelnen Orten,
im Amazonenstrome; eine andere (Manatus
osis) im westlichen Afrika; der Dugong (Halicore)
en Meere.

Sechzehnte Ordnung.

Wale (Cetacea).

löcher in Spritzlöcher umgewandelt,
f dem Kopfe, der ungeheuer groß ist.
ohne Borsten. Niemals verschieden-
Zähne. Zitzen am After. Häufig eine
losse.
opf ist ungemein groß, sodaß er bei man-
Drittel der ganzen Länge des Thiers ein-
und der Schädel (Schädel des Delphins,
Fig. 8) meist in der Art unsymmetrisch
et, daß die der rechten Seite angehörigen
größer und länger, die Oeffnungen der linken
Nasenloch 2c.) größer sind. Eine besondere
mlichkeit des Schädelbaues liegt noch in der
des Felsenbeins, welches von elfenbeinerner
ıd mit den übrigen Theilen des Schläfenbeins
wachsen, sondern nur durch Bandmasse und
verbunden ist, sodaß es bei der Fäulniß der
ose wird; eine Bildung, die übrigens auch
tüben eigen ist. Der Rachen ungeheuer weit
ı, die Kiefer bei den Embryonen stets, bei den
icht immer mit einer oft großen Anzahl spitzer,
niger Zähne bewaffnet, die in der ganzen
des Kiefers keinen Unterschied zeigen und mit
nfachen Wurzel in den Zahnhöhlen der Kinn-
ecken. Das Gehirn der Wale ist auffallend
in die Breite entwickelt — seine Windungen meist tief und zahlreich. Das Auge der Walthiere ist verhältnißmäßig sehr klein und liegt tief unten an der Seite des Kopfes, meist unmittelbar über dem Winkel der Mundspalte. Sehr ausgezeichnet ist die Bildung der Nase, welche ganz die Bedeutung eines Geruchsorgans verloren hat und nur noch Luftweg ist, womit der gänzliche Mangel eines Riechnerven zusammenhängt. Das einfache oder doppelte Nasenloch steht oben auf der Fläche des Kopfes und führt senkrecht hinab in die meist zellig verzweigten Nasengänge, die sich senkrecht nach dem Rachen zu fortsetzen. Das Gaumensegel ist fast horizontal gestellt und umfaßt nach hinten zu die auf der Spitze eines vorragenden Kegels angebrachte Stimmritze so genau, daß der Luftweg gänzlich von der Rachenhöhle und dem Schlunde abgeschieden werden kann. Die mit Wasserdampf geschwängerte Luft, die von Zeit zu Zeit nach langen Intervallen mit großem Geräusche ausgestoßen wird, bildet in der kältern Luft einen Dunststrahl, der wie ein Springbrunnen aus diesen senkrecht gestellten Spritzlöchern hervorbricht.

Die Haut der Walthiere ist vollkommen haarlos, die Speklage verhältnißmäßig sehr dick; sie haben nur zwei Zitzen, welche in Hautfalten verborgen unmittelbar neben dem After weit nach hinten liegen, und werfen gewöhnlich nur ein einziges Junges, welches von der Mutter mit großer Zärtlichkeit geschützt wird. Auch die Bildung der Verdauungsorgane ist eigenthümlich; weiche Lippen, welche sonst fast allen Säugethieren mit Ausnahme der Schnabelthiere zukommen, fehlen den eigentlichen Walthieren durchaus, der Schlund ist meistens nur eng, der Magen dagegen aus mehrern Abtheilungen zusammengesetzt, die oft wieder in untergeordnete Höhlen zerfallen, sodaß kaum bei den Wiederkäuern eine zusammengesetztere Magenbildung gefunden werden dürfte.

Familie der Delphine (Delphinida). Schlanke Thiere mit langen Kiefern, die oben und unten mit spitzen, kegelförmigen Zähnen besetzt sind, welche keine Unterschiede zeigen. Meist nur ein einziges, halbmondförmiges Spritzloch. Man unterscheidet die Meerschweine (Phocaenida) mit vorn abgerundetem Kopfe, worunter die furchtbaren Butzköpfe (Orca), die selbst den Walfisch angreifen; die Grinde (Globiceps) im Nordmeere; die Tümmler (Phocaena) im Mittelmeere, und die Schnabeldelphine mit sehr langen Kiefern, darunter der eigentliche Delphin (Delphinus delphis, Fig. 7) im Nordmeere, die Boten (Inia) im Amazonenstrome, der Susuk (Platanista) im Ganges. Arge Fischvertilger.

Familie der Narwale (Monodontia). Im Oberkiefer entwickelt sich, meist links, nur ein einziger spiraliger Stoßzahn, der dem fabelhaften Einhorn aufgesetzt wurde. Die typische Art, der Narwal (Monodon monoceros, Fig. 9), im nördlichen Polarmeere, bis 20 Fuß lang.

Familie der Potwale (Physeterida), Kopf ungeheuer, am Vorderende steil abgestutzt, am Schädel der Kiefer sehr lang vorgezogen (Schädel des Potwals, Fig. 10); der Raum zwischen dem Hirnraume und der Schnauzenspitze mit Zellen erfüllt, in welchen sich der Walrath (Spermaceti) ansammelt, dicke konische Zähne nur im Unterkiefer. Nähren sich hauptsächlich von Tintenfischen. Der Cachalot, Spermfisch (Physeter macrocephalus) im Nordmeere; ähnliche Arten im Südmeere.

Familie der Walfische (Balaenida). Keine Zähne; im Oberkiefer, der stark aufgebogen ist, senkrecht und quergestellte unten zerfaserte Hornplatten (Barten) (Schädel des Walfisches, Fig. 12). Im Embryo kleine

Zähne, die sich nicht entwickeln. Schlund sehr eng. Zwei Gruppen: Glattwale (Leiobalaena) ohne Rückenflosse. Hierher der grönländische Walfisch (Balaena mysticetus, Fig. 11), bis 60 Fuß lang, mit sehr dicker Speklage. Früher im ganzen Nordmeere, jetzt bis zum Polareise verjagt. Entsprechende Art im Südpolarmeere. Nähren sich hauptsächlich von kleinen Mollusken. Zweite Gruppe: Finnfische (Balaenopterida) mit einer Rückenflosse (Finne) und weit dünnerer Speklage. Hierher der bis 100 Fuß Länge erreichende nordische Finnfisch (Balaenoptera boops, Fig. 13).

Siebzehnte Ordnung.

Zahnarme (Edentata).

Zottenkuchler mit vier Füßen, wenig freien Zehen, vornseitlich zusammengedrückten Krallen, wurzel- und schmelzlosen Zähnen, die nicht gewechselt werden und zuweilen ganz fehlen oder nur in geringer Zahl vorhanden sind. Einfacher Uterus.

Der Schädel dieser Thiere ist bei den insektenfressenden Gattungen langgestreckt, fast cylindrisch, der Hirntheil sehr klein, die Kiefer sehr lang, aber schwach und wenig entwickelt; bei den pflanzenfressenden Faulthieren ist der Schädel rund, die Kiefer kurz, hoch und stark. Einigen Gattungen fehlen alle Zähne durchaus, bei andern existiren nur wenige, schlecht entwickelte Backzähne aus einem einzigen Schmelzprisma gebildet, das vollkommen wurzellos ist und eine weichere Zahnsubstanz umschließt; bei andern treten hierzu noch kleine, stumpf kegelförmige Eckzähne und nur eine einzige Art besitzt zwei kleine unausgebildete Vorderzähne, die in ihrer Structur ganz den Backzähnen ähnlich sind. Die Wirbelsäule dieser Thiere ist stets sehr kräftig, die Halswirbelsäule einiger Arten dadurch ausgezeichnet, daß bis zu neun Wirbeln darin vorkommen; der Schwanz gewöhnlich lang; die Extremitäten meist kurz, dick, in ihrer ganzen Structur plump und ihre Knochen oft in seltsamer Weise miteinander verwachsen. Die Zehen der Thiere sind selten vollständig getrennt, meist nur gegen die Spitze hin geschieden, hier aber mit ungeheuer langen, gebogenen Sichelkrallen bewaffnet, welche besonders zum Aufgraben der Erde oder zum Umfassen von Bäumen geschickt erscheinen. Das Gehirn ist klein, ohne Windungen oder nur mit sehr flachen Furchen versehen; die Hemisphären des großen Gehirns decken das kleine Gehirn nicht. Das äußere Ohr fehlt vielen Arten, ist aber bei andern sehr entwickelt; die Zunge ist meist sehr lang, wurm- oder riemenförmig. Die Verdauungsorgane je nach der Nahrung verschieden gebildet. Die Hoden liegen stets in der Bauchhöhle. Bei den Weibchen mündet die Harnröhre in die Scheide und bildet einen Sinus urogenitalis. Hierdurch, sowie durch das mangelhaft ausgebildete Gehirn, die bei einigen gespaltene Ruthe, schließen sich die Zahnarmen am nächsten an die Beutelthiere an, von welchen sie sich freilich durch viele Eigenthümlichkeiten entfernen. Es sind träge, meist nächtliche Thiere von äußerst stumpfen Sinnen, die theils in Erdlöchern, theils auf Bäumen vereinzelt leben und höchstens die Größe eines mäßigen Hundes erreichen.

Familie der Faulthiere (Tardigrada). Der Körper ist schwanzlos, mit langen, trockenen Haaren bedeckt, der Kopf (Schädel des Faulthiers, Taf. 10, Fig. 19) rundlich, die Kiefer kurz, nur mit einwurzeligen, schmelzlosen Backzähnen besetzt, ohne Schneide- und Eckzähne, das Jochbein nicht geschlossen, der Jochbogen des Oberkiefers mit einem langen Fortsatz versehen, der nach unten über den Unterkiefer herübergreift, die Gliedmaßen sehr lang, besonders die vordern, an denen Elle und Speiche umeinander gerollt werden können, wie bei den Affen, und mit langen, scharfen Sichelkrallen bewaffnet; der Magen aus drei Theilen zusammengesetzt. Südamerikanische Kletterthiere, die sich äußerst träge bewegen und von Blättern leben. Sie hängen meist still in der abgebildeten Stellung (Zweizehiges Faulthier, Choloepus didactylus, Taf. 11, Fig. 1) an den Bäumen. Der Ai (Bradypus) hat drei, der Unau (Choloepus) zwei Zehen an den Vorderfüßen.

Familie der Gürteltiere (Cingulata). Der Körper ist mit knöchernen, mit Horn überzogenen Platten bedeckt, die vorn und hinten einen zusammenhängenden Panzer, in der Mitte aber Ringe bilden, sodaß das Thier sich zusammenkugeln kann. Sonst nackt oder Borstenhaare. Einfache cylindrische Zähne (Schädel des Gürteltiers, Taf. 10, Fig. 18), die nicht oder wechselt werden. Keine eigentlichen Schneide- und Eckzähne. Mundspalte mäßig groß, Zunge spitz, nicht weit vorstreckbar. Aeußere Ohren groß, meist nackt. Füße kurz, meist fünfzehig, mit großen Grabekrallen bewaffnet. Die Thiere leben in Erdhöhlen, graben sich äußerst schnell ein und fressen alles: Wurzeln, Fleisch, selbst Aas. Alle Südamerikaner. Das Riesengürteltier (Prionodon gigas) bis 5 Fuß lang, bis hundert kleine, gleiche Zähne; das hier abgebildete Gürteltier (Dasypus novemcinctus, Fig. 17) bis vierzig.

Familie der Wurmzüngler (Vermilinguia). Kurz und Schädel sehr langgestreckt. Kiefer sehr lang und dünn, entweder wie bei den Schuppenthieren und Ameisenfressern zahnlos, oder wie beim Erdferkel, nur mit einigen gleichhöckerigen Zähnen ganz hinten (Schädel des Ameisenbären, Fig. 16); Mundspalte sehr klein. Zunge ungemein lang, mit hornigem, zuweilen stachelartig entwickeltem Ueberzuge, meist fünfzehige, mit langen Grabekrallen bewaffnete Füße (Fig. 15, der Ameisenbär, Myrmecophaga jubata). Die Thiere leben von Ameisen und Termiten, deren Baue sie aufgraben und dann in das Loch die mit klebrigem Speichel überzogene Zunge stecken, die sie mit Insekten sich bespicken lassen. Das Schuppenthier (Manis pentadactyla, Fig. 14) mit langem, kräftigem Schwanz und dachziegelförmig übereinanderliegenden Schuppen, in der Alten Welt, besonders den Sunda-Inseln; die Erdferkel (Schädel des Erdferkels, Orycteropus capensis, Taf. 11, Fig. 2), mit borstigem dünnen Haar, langen nackten Ohren, in Süd- und Mittelafrika; die Ameisenfresser (Myrmecophaga), mit langem Borstenhaar und langem Schwanz in Südamerika.

Unterklasse der Didelphen (Aplacentalia).

Die Frucht tritt in keine engere Verbindung mit der Gebärmutter, es wird keine Placenta gebildet. Das Junge wird in sehr unvollständigem Zustande geboren. Vorn am Becken finden sich besondere Beutelknochen.

Die ganze Unterklasse, welche offenbar die niederstehenden Säugethiere enthält, zeichnet sich durch höchst auffallende Charaktere aus, die theilweise mit den Vögeln und Reptilien übereinstimmen. Das Gehirn ist sehr unvollständig entwickelt; das Großhirn klein, bedeckt meist kaum die Vierhügel, niemals das besonders in seinem Mittelstheile entwickelte kleine Gehirn; der Schwielenkörper (Corpus callosum) mit dem Gewölbe fehlt ganz; Windungen sind stets nur schwach entwickelt, wenn sie nicht ganz fehlen. Das Skelet alles

zeichnet sich bei allen, Weibchen wie Männ-
ch die sogenannten Beutelknochen aus, zwei
Knochen, die vorn auf dem Becken auf-
in der Muskulatur der Bauchwandungen
Der Name ist insofern schlecht gewählt, als
ei den Kloakenthieren vorkommen, die keinen
aben. Das Junge tritt nie in nähere Ver-
mit der Gebärmutter; seine erste Anlage
auf Kosten des verhältnißmäßig sehr großen
nd wächst dann weiter, indem es wahrschein-
der Sulze, welche die Gebärmutter erfüllt,
tere Nahrung zieht; es wird in allen bis-
achteten Fällen in höchst unvollständiger Aus-
eboren und weiterhin während des Säugens
et.

ing der Beutelthiere (Marsupialia).

unte Oeffnungen für den Darm und
ogenitalsystem. Die Jungen werden
r vollständig oder unvollständig aus-
ten Bruttasche (Beutel) gesäugt. Keine
tarbildung. Winkel des Unterkiefers
nen gebogen.

Schädel der Beutelthiere hat gewöhnlich eine
er minder pyramidale Form mit zugespitzter
und stark hervortretendem Gesichtstheile; die
ung ist je nach den Familien außerordentlich
n und derjenigen der verschiedenen Ordnungen
gethiere entsprechend, doch mit dem Unter-
daß manche, besonders Insekten fressende, eine
ig große Zahl von Zähnen haben; die Augen-
ind gewöhnlich nach hinten offen und durch
mit der Schläfengrube verbunden; der Unter-
t eine eigenthümliche Gestalt, indem sich sein
inkel nach innen einbiegt und einen mehr oder
blattartigen Fortsatz bildet, welcher zuweilen
ganzen Raum zwischen den beiden Aesten des
ers einnimmt; die Beutelknochen sind bei allen
eren ohne Ausnahme und bei beiden Ge-
n in vollkommen gleicher Größe entwickelt;
ung der Extremitäten erscheint äußerst ver-
gewöhnlich findet man die Vorderfüße mit
freien Zehen versehen und mit langen Nagel-
bewaffnet, sodaß sie zum Gehen sowie zum
der Beute geschickt erscheinen; bei den
aden sind sie gewöhnlich sehr kurz, verkümmert,
tsdestoweniger mit wohlausgebildeten Schlüssel-
ersehen. Sehr verschiedenartig ist die Bildung
terfüße. Bei den einen sind die Zehen frei,
llennägeln versehen und der Fuß zum Laufen
; bei andern die mittlern Zehen miteinander
en und mit dem Mittelfuße enorm verlängert,
in mächtiges Instrument zum Sprunge ge-
wird; bei noch andern endlich sind die Hinter-
llkommene Hände, indem neben vier nagel-
n Zehen ein absetzbarer nagelloser Daumen
ist.

Gehirn zeigt bei den meisten Beutelthieren
gar keine oder nur sehr wenig flache Win-
Der Schwielenkörper (Corpus callosum) und
wölbe (fornix) sind kaum angedeutet, die Varols-
sehr klein; die Hemisphären so klein, daß sie
s die Vierhügel nicht bedecken, geschweige denn
eine Gehirn. Die äußere Ohrmuschel ist bei
wohlausgebildet und bei vielen sogar von be-
cher Größe. Den wesentlichsten auszeichnenden
ter bietet die Bildung der Geschlechtstheile dar;
n Männchen liegen die Hoden in einem Sacke
em Bauche weit vor der meist mehr oder minder
gespaltenen Ruthe, die zum Theil in einem langen scheidenartigen Kanale versteckt ist; bei den Weibchen führt die weibliche Geschlechtsöffnung (weibliche Organe der Beutelratte, Taf. 11, Fig. 7): a Eierstöcke; b Eileiter; c Uterus; d Einmündung in den Scheidenkanal; e Leier-Ast desselben; f Scheide; g Harnblase; h Oeffnung der Scheidenkanäle in die gemeinschaftliche Scheide), welche vollkommen von dem After getrennt ist, in einen mehr oder minder langen Kanal, der sich bald in zwei Röhren theilt, welche sich in Form einer Lyra nach oben gegeneinander krümmen. Diese beiden Scheidenkanäle, welche man früher für die beiden Gebärmutterhälften ansah, öffnen sich in einen Sack, der mehr oder minder vollständig durch eine mittlere Scheidewand in zwei Hälften getheilt und dessen Ausbildung bei den verschiedenen Gattungen sehr verschiedene Grenzen zeigt. In diesen Sack mündet jederseits eine schlauchförmige Gebärmutter, die sich nach vorn in einen kurzen Eileiter fortsetzt, dessen weite Oeffnung den Eierstock mit zahlreichen Fransen umfaßt. Zu dieser eigenthümlichen Bildung der innern Geschlechtstheile tritt noch die Ausbildung des Beutels hinzu. Die Zitzen liegen nämlich an dem hintern Theile des Bauches zu beiden Seiten der Mittellinie in mehr oder minder großer Anzahl und besitzen eine verhältnißmäßig außerordentliche Länge; sie sind in ihrem Umkreise entweder nur von einer einfachen Hautfalte (Beutelratte mit Jungen, Fig. 6) oder von einer förmlichen Tasche umgeben, die eine schlitzartige Oeffnung besitzt und in welcher die Jungen lange Zeit an den Zitzen der Mutter hängend herumgetragen werden.

Man hat über die früher so zweifelhafte Frage der Fortpflanzung der Beutelthiere in den europäischen Menagerien vielfache Beobachtungen anstellen können, aus welchen sich ergeben hat, daß der Embryo innerhalb der Gebärmutter sich insoweit vollständig ausbildet, als zum Leben in freier Luft nothwendig ist, daß er aber dann noch eine nur sehr unbedeutende Größe besitzt. Man findet alle Theile des Säugethiereies, Chorion, Nabelblase, Schafhaut und Harnhaut vollkommen ausgebildet, nur mit dem Unterschiede, daß letztere nicht bis zur Oberfläche des Chorion herankommt und auf diese Weise kein Mutterkuchen gebildet wird. Die Geburt des kleinen, aber in seinen Theilen vollständig ausgebildeten Jungen geht ganz in gewöhnlicher Weise vor sich; die Mutter empfängt es mit dem Maule, bringt es in den Beutel und hängt es dort an eine Zitze an, zu deren enger Umfassung Mund- und Rachenhöhle des Jungen in eigenthümlicher Weise kanalartig ausgebildet sind; der Beutel bleibt noch sehr lange, selbst nach der vollständigen Ausbildung des Jungen der Zufluchtsort für dasselbe, sodaß es sich bei drohender Gefahr hineinflüchtet. Bei denjenigen Gattungen, bei welchen der Beutel durch eine Hautfalte ersetzt ist, hängt das Junge nur im Anfang an den Zitzen, wird aber später von der Mutter auf dem Rücken mit herumgetragen.

Mit Ausnahme der in Amerika vorkommenden Beutelratten ist die ganze Ordnung auf Australien und die umliegenden Inseln (Tasmanien u. s. w.) sowie auf die Molukken und Neuguinea beschränkt. Die Organisation ist in jeder Beziehung eine niedere, und da auch die ältesten Säugethiere im Jura den Beutelthieren angehört haben, da einzelne Repräsentanten derselben früher auch in Europa vorkamen, so sind die Beutelthiere als die Stammgruppe anzusehen, aus welchen sich die übrigen Säugethiere entwickelten. In der That entspricht auch die Ordnung nicht einer Ordnung der Monodelphen, sondern der ganzen Unter-

klasse derselben, und die Familien den Ordnungen, die Wombats z. B. den Nagern, die Beutelwölfe den Fleischfressern u. s. w.

Familie der Beutelnager (Phascolomida). Nagerartige Schneidezähne, keine Eckzähne, große Lücke vor den fünf platten Backzähnen. Plumpe dicke Thiere mit dickem, breitem Kopf, kurzen Ohren, stummelförmigem Schwanz, fünf mit starken Grabekrallen bewaffneten Zehen an den Vorderfüßen; an den Hinterfüßen ein stummelartiger Daumen ohne Kralle. Der Wombat (Phascolomys fossor, Fig. 8) lebt in Neusüdwales in tiefen Erdhöhlen.

Familie der Kängurus (Macropodida). Der Körper wiederholt in vieler Beziehung die Organisation der Springratten durch die Verlängerung der Hinterfüße (Skelet des Känguru, Fig. 4: a Beutelknochen, b Mittelfuß), Verkürzung der Vorderfüße und den mächtigen Steuerschwanz. Der Kopf der Thiere, die in ihrer größten Art sitzend Mannshöhe erreichen, ist verhältnißmäßig klein, der Schädel langgestreckt und in der Form wie in der Anordnung des übrigens eigenthümlichen Zahnbaues einigermaßen dem der Pferde ähnlich (Schädel des Känguru, Fig. 5). Die eigentlichen Kängurus haben sechs bis acht Vorderzähne in der Oberkinnlade, von denen der hintere bei einer Gattung abgerückt ist, zwei meißelartig horizontal gestellte Vorderzähne in der Unterkinnlade, und nach einer Zahnlücke vier bis fünf würfelförmige Backzähne mit stumpfhöckerigen Kronen, während die Känguru-Ratten (Hypsiprymnus) und die Baum-Kängurus (Dendrolagus) schon mehr abweichende Verhältnisse zeigen. Die Vorderfüße mit fünf freien Zehen sind sehr kurz, die Hinterfüße ungemein lang und kräftig, der Schwanz sehr dick und lang; von den vier Zehen des Hinterfußes sind die beiden mittlern bis zum Nagelgliede miteinander verwachsen, die beiden äußern frei, alle sehr bedeutend verlängert. Sie springen in ungeheuern Sätzen, indem sie den langen Schwanz als Balancirstange gebrauchen, und stützen sich auf denselben beim Sitzen; sie nähren sich nur von Kräutern, worauf auch der Bau ihres Verdauungskanals hinweist, indem der Magen in mehrfache Höhlen getheilt ist und der Blinddarm eine bedeutende Länge erreicht. Sie sind die eigentlichen Steppenthiere des fünften Welttheils, die in Heerden leben. Das Junge bleibt sehr lange im Beutel. Die abgebildete Art (Macropus major, Fig. 3) von Menschengröße; die Känguru-Ratten (Hypsiprymnus) wie Hasen und Kaninchen groß.

Den Kängurus nahe stehen hinsichtlich des Gebisses die Früchtefresser (Frugivora), indem sie ebenfalls zwei lange meißelartige Schneidezähne im Unterkiefer und mehrfache im Oberkiefer besitzen. Dagegen ist die Zahnlücke bei diesen Thieren nie vollständig ausgebildet und es finden sich meist in beiden Kinnladen oder wenigstens in der obern bald mehr, bald minder ausgebildete Eckzähne; die Backzähne gleichen denen der vorigen Familie; da die Thiere aber sämmtlich auf Bäumen herumklettern und einige sogar eine Art von Flughaut (Flugbeutler, Phalangista sciureus, Fig. 12) besitzen, welche ihnen als Fallschirm dient, so sind die Extremitäten gleichmäßig entwickelt und die vordern mit fünf freien Krallenzehen, die hintern dagegen, an denen Zeige- und Mittelfinger miteinander verwachsen sind, mit einem entgegenstellbaren Daumen versehen, der fast nach hinten gerichtet scheint und zum Umfassen der Zweige äußerst geschickt ist. Die meisten Thiere dieser Familie besitzen einen langen Greifschwanz und treiben sich in ähnlicher Weise wie unsere Eichhörnchen auf den Bäumen umher; eine Gattung (Phascolarctus s. Lipurus) stimmt durch den fehlenden Schwanz und den plumpen Körperbau mehr mit den Wombats überein. Ihr Magen ist einfach, der Blinddarm dagegen sehr entwickelt. Die Familie kommt außer in Australien auch auf den Sundainseln vor.

Die Familie der Beutelratten oder Opossums (Didelphida), die auf Amerika beschränkt ist, hat zwischen Insektenfressern und Fleischfressern schwankenden Gebiß (Schädel der Beutelratte, Fig. 10), mit sieben vielen (oben fünf, unten vier jederseits) Schneidezähnen, krummen, scharfen, vorstehenden Eckzähnen und scharfhöckerigen Backzähnen (oben und unten jederseits sieben), also im ganzen 50 Zähne, langen, meist nackten Schwanz, nackte Ohren, fünfzehige, mit ganzer Sohle auftretende Füße und hinten wohlentwickelten gegenüberstellbare Daumen. Hierher das bekannte Opossum, die große Beutelratte (Didelphys virginiana, Fig. 9), im Süden der Vereinigten Staaten der gefaßte Feind des dortigen Geflügels, außerordentlich zählebig, mit wohlentwickeltem Beutel, und die Aeneas-ratte (Didelphys dorsigera, Fig. 6), im Süden, bei welcher die Zitzen nur von einer schmalen Hautfalte umgeben sind und die Jungen sich auf den Rücken der Mutter flüchten, an deren Schwanz sie sich mit ihren Schwänzen anklammern.

Die Familie der Raubbeutler (Dasyurida), mit stark vorstehenden Eckzähnen, schneidenden Backzähnen, vierzehigen Hinterfüßen, an denen zuweilen eine Warze, den Daumen repräsentirt. So bei den Raubbeutlern oder Beutelmardern (Dasyurus Mangei, Fig. 13), die einen sehr langen Schwanz und spitzmausartigen Kopf haben, während bei den Beutelbären oder Teufeln (Diabolus ursinus, Fig. 11) der Schwanz kürzer, der Kopf und Körper gedrungener ist und die Daumenwarze fehlt. Das größte Raubthier ist der Beutelwolf (Thylacinus cynocephalus, Fig. 14), von Größe und Gestalt eines Wolfs, der unter den Schafheerden Verheerungen anrichtet.

Ordnung der Kloakenthiere (Monotremata).

After, Ei- und Harnleiter münden, wie bei den Vögeln, in eine einzige gemeinsame Kloake.

Diese nur in zwei Typen vertretene Ordnung begreift die niedersten Säugethiere, die man sogar oft als eine eigenthümliche Klasse zwischen den Säugethieren und den Vögeln hat hinstellen wollen. Der Schädel dieser Thiere ist flach, der Raum für das Gehirn nur gering im Vergleich zu der bedeutenden Ausbildung des Gesichtstheils (Schädel des Schnabelthiers, Fig. 16, von unten, um die Backzähne und den sonderbaren Vorderkiefer-Apparat zu zeigen, der den platten Hornschnabel stützt); die Schnauze ist sehr lang, die Kiefer entweder vollkommen zahnlos oder mit hornigen Zähnen versehen, die eine Art von Platte bilden und aus senkrechten Hornfasern gebildet sind. Weiche Lippen fehlen durchaus. Die Schädelknochen verwachsen sehr früh, in ähnlicher Weise wie bei den Vögeln, zu einer nahtlosen Kapsel. Das äußere Ohr fehlt diesen Thieren durchaus und die Augen sind nur klein, sonst aber vollständig entwickelt; der Schultergürtel nähert sich in seiner Bildung einestheils dem der Reptilien, anderntheils dem der Vögel; die Handhabe des Brustbeins ist T-förmig und die beiden Schlüsselbeine so miteinander verwachsen, daß sie einen festen Gabelknochen wie bei den Vögeln bilden. Die Rabenbeine sind außerordentlich groß und die Schulterblätter über die Gelenkgrube des

mes nach vorn hin verlängert, sodaß sie mit
rustbeine zusammenstoßen. Die Füße haben
ehen, welche überall mit langen Krallennägeln
et sind; die Männchen tragen außerdem an
interfuße noch einen eigenthümlichen Sporn,
der ganzen Länge nach durchbohrt ist und mit
usführungsgang einer Drüse in Verbindung
ie nach der Behauptung der Eingeborenen einen
Saft absondern soll. Die weiblichen Geschlechts-
ind denjenigen der Vögel analog gebildet, in-
r rechte Eierstock verkümmert, der linke trauben-
bagegen fast einzig entwickelt ist. Dieser liegt
elbar neben der spaltenförmigen Oeffnung der
Trompete, welche in einen kurzen Eileiter führt,
h jederseits zu einem schlauchförmigen Uterus
rt. Die beiden Uteri öffnen sich getrennt von-
er auf zwei warzenartigen Erhöhungen, auf
zugleich die Oeffnungen der Harnleiter sich be-
in einen weiten Kanal, der nach vorn in die
aase, nach hinten in das erweiterte Ende des
rmes, in die Kloake sich fortsetzt. Die Milch-
haben keine Zitzen, sondern öffnen sich einfach
er spaltförmigen Oeffnung jederseits am Bauche;
Schnabeligeln in einer tiefen Grube, in welche
Junge mit seinem Vorderkörper eingesenkt ist.
ortse und Junges des Schnabeligels, Echidna,
, Fig. 18). Es gibt nur eine auf jeder Seite.
stehen aus dicken wurmförmigen Blindgängen,
Ausbildung je nach dem Zustande der Trächtig-
r verschieden ist.

Schnabelthiere (Ornithorhynchida) haben
breiten, plattgedrückten, einem Enteuschnabel
en Oberkiefer, der vorn die Nasenlöcher trägt
n dessen untere Rinne der schmale Unter-
aßt (Schnabelthier, Ornithorynchus para-
Fig. 15); an der Seite zeigt dieser Schnabel
Falten und im Hintergrunde des Mauls eine
ige Hornplatte ohne Wurzel, die aus fenk-
Fasern besteht. Der walzenförmige Körper ist
zen, groben Pelzhaaren bekleidet, der Schwanz
lattgedrückt, behaart. Die fünf Zehen der Füße
rch eine Schwimmhaut verbunden, welche an
orderfüßen die Krallen weit überragt. Die
leben in Neuholland in Teichen und Flüssen,
en Ufern sie sich Löcher graben. Die Einge-
n behaupten, daß sie Eier legen, doch hat man
ern neben zollangen, kaum geborenen Jungen
Schalen beobachtet.

den Ameisenigeln (Echidnida), die in dem
Vaterlande in Erdhöhlen leben, ist die Schnauze
langen dünnen Schnabel ausgezogen; die Kiefer
rchaus zahnlos; der Gaumen statt dessen mit
ts gerichteten Hornwarzen besetzt; die Zunge
erst lang, sehr beweglich; die Füße mit starken,
gebogenen Krallen bewaffnet; zwischen den
haaren stehen auf dem Rücken, ähnlich wie bei
geln, kurze Hornstacheln, die dem Thiere zur
digung zu dienen scheinen, obgleich es sich nicht
dig zusammenrollen kann (Schnabeligel,
hystrix, Fig. 17).

Klasse der Vögel (Aves).

(Tafel 12 bis 18).

Federn bedeckte Warmblüter, deren
rextremitäten zu Flügeln umgewan-
ind. Keine Zähne, Kiefer mit Horn-
en bedeckt und einen Schnabel bildend.
Eier mit Kalkschalen.

Körperform der Vögel ist höchst eigenthümlich.
und Bauch bilden eine einzige, innen nicht durch ein Zwerchfell getrennte, eiförmige Masse, die im Gleichgewicht auf zwei Stützen, den Beinen ruht, und zwar gewöhnlich so, daß die Längsachse der Eigestalt horizontal von vorn nach hinten läuft (Skelet des Bartgeiers, Gypaëtus, Taf. 15, Fig. 2), obgleich auch bei vielen (Skelet des Pinguins, Aptenodytes, Taf. 18, Fig. 9), z. B. den Pinguinen, der Körper fast senkrecht auf den weit nach hinten gerückten Beinen getragen wird. Der rundliche Kopf, der in einen mehr oder minder langen Schnabel ausgezogen ist, ruht immer auf einem langen Halse, der wenigstens neun, oft aber über zwanzig Wirbel enthält und eine große Freiheit der Bewegungen besitzt; dagegen ist der Schwanz stets durchaus rudimentär, wenigstens was das Skelet und die Muskeln betrifft; denn der Theil, welchen man gewöhnlich den Schwanz nennt, wird bei den Vögeln nur von langen und steifen Federn gebildet. In dieser bedeutenden Verlängerung des oft schlangenförmigen Halses und der Verkümmerung des Schwanzes finden wir einen directen Gegensatz gegen die Reptilien, bei welchen meist das umgekehrte Verhältniß der genannten Körpertheile stattfindet. Hierzu kommt noch die Höhe der Beine, welche stets auch bei den kurzbeinigsten Vögeln den Körper vollkommen schwebend tragen, während dieser bei den Reptilien fast immer auf der Erde geschleift wird.

Das Skelet der Vögel zeichnet sich vor dem aller übrigen Wirbelthiere durch eine besondere Eigenthümlichkeit aus, welche sich auf das Flugvermögen bezieht und mit dem Namen der Pneumaticität bezeichnet wird. Die pneumatischen Knochen enthalten kein Mark, sondern mit Haut ausgekleidete Höhlen, welche durch Oeffnungen mit den Lungenzellen und Luftsäcken des Körpers in Verbindung stehen und mit Luft gefüllt werden. Die Ausbreitung der Pneumaticität richtet sich nach dem Flugvermögen. Die Nashornvögel, Sturmvögel, Pelikane, die groß und schwer sind und doch leicht fliegen, haben fast nur hohle Knochen. Die Lufthöhlen erstrecken sich bei den angeführten Vögeln durch alle Schädel- und Wirbelknochen bis in die letzten Spitzen der Zehenglieder hinein. Das umgekehrte Verhältniß findet bei den Straußen und den verwandten Laufvögeln statt, wo die Pneumaticität auf nur wenige Knochen der Hirnschale beschränkt ist. Am häufigsten sind einige Schädelknochen pneumatisch, die unmittelbar von der Mund- und Nasenhöhle aus mit Luft gefüllt werden, nach ihnen das Oberarmbein, welches wie die übrigen Knochen des Körperskeletes mit den von den Lungen ausgehenden Luftsäcken im Zusammenhang steht. Die äußere Rindenschicht dieser pneumatischen Knochen ist stets außerordentlich fest und dicht, eine Einrichtung, wodurch Festigkeit mit Leichtigkeit verbunden wird.

Die Schädelknochen der Vögel verwachsen sehr frühzeitig in eine einzige Hirnkapsel, an der auch nicht eine Spur von Nähten übrig bleibt, die sich nur in der ersten Zeit bei ganz jungen Individuen noch finden (Schädel eines Papagais, Psittacus, Taf. 12, Fig. 1). Es ist deshalb auch schwierig, die Gestalt der einzelnen Knochen, welche in diesen Schädel eingehen, näher zu bestimmen und ihre Grenzen anzugeben. Im allgemeinen ist der Vogelschädel rundlich und die Hirnkapsel im Verhältnisse zu dem Gesichtstheile bei weitem größer als bei den Reptilien. Ja es erscheint diese Größe oft weit bedeutender als sie wirklich ist, da große Luftzellen zwischen der innern und äußern Lage der Schädelknochen entwickelt sind und so der äußere Umfang des Schädels in keinem Verhältniß zu der geringen innern Höhle für das Gehirn steht. Der Gelenkkopf, mit welchem der Schädel auf dem ersten

Halswirbel aufsitzt, ist stets einfach, knopfförmig, oft vollkommen kugelig, sodaß er eine bedeutende Beweglichkeit besitzt. Die zu beiden Seiten des Schädels liegenden Augenhöhlen sind gewöhnlich sehr groß, nicht immer vollständig geschlossen und auch ihre Scheidewand sehr oft nicht durchaus verknöchert. In dem nach vorn ausgezogenen Schnabel liegen die an Umfang sehr wechselnden Nasenhöhlen, deren Scheidewand ebenfalls sehr oft unvollständig ist, sodaß man quer durch die Nasenlöcher hindurchsehen kann. Der ganze Oberkiefergaumenapparat ist an der Schädelkapsel beweglich in der Weise eingelenkt, daß zwei Drehpunkte gegeben sind, der eine vorn an der Stirn, der andere hinten an der Einlenkung des den Unterkiefer tragenden Quadratbeins mit dem Schädel. Der Zwischenkiefer ist meist groß, unpaar und bestimmt wesentlich die Schnabelform.

Das Oberkieferbein ist jederseits durch einen stabförmigen Knochen, der unter dem Augenhöhlenrande herläuft, mit dem Quadratbeine verbunden. Es ist dieser Verbindungsstab immer aus zwei Knochen zusammengesetzt, vorn aus dem eigentlichen Jochbeine, hinten aus dem sogenannten Quadratjochbeine. Das Gaumengewölbe des Schnabels ist aus zwei großen Gaumenbeinen und einem mittlern Pflugscharbeine zusammengesetzt, an welche sich noch zu beiden Seiten lange, stabförmige Flügelbeine anschließen, welche vorn an die Gaumenbeine, hinten an die Quadratbeine oder das Keilbein eingelenkt sind. Alle diese verschiedenen Verbindungen bezwecken eine Complicität der Bewegungen, indem der Oberkiefer sich nothwendig heben muß, wenn der Unterkiefer herabgezogen und hierdurch der Schnabel geöffnet wird. Der Unterkiefer, dessen Form je nach der Schnabelform überhaupt sehr wechselt, der aber immer hinten an dem Quadratbeine eingelenkt ist, besteht aus einem mittlern, unpaaren, dem Zahnstücke entsprechenden Knochen und aus fünf seitlichen, paarigen Stücken, die indessen sehr bald miteinander verwachsen und so einen einzigen Winkelknochen darstellen.

Zähne kommen bei den Vögeln überhaupt gar nicht vor, und die einzige Bewaffnung ihres Mundes besteht in den Hornscheiden, welche die schneidenden Ränder der Kieferknochen überziehen. Diese Hornscheiden sind gewöhnlich scharf, wie die Schneide eines Messers, nur sehr selten kammartig ausgezackt. Bei den Raubvögeln und Kernbeißern ist ihre Substanz am härtesten, während sie bei den hauptsächlich von Weichthieren lebenden Enten und Schnepfen in eine sehr zarte Haut übergeht, die zahlreiche Nerven enthält und ein feines Tastorgan darstellt. Oefters erstrecken sich diese Hornscheiden nicht über den ganzen Schnabel hinweg, sondern werden nach hinten zu von einer eigenthümlichen nackten Haut, der sogenannten Wachshaut (Ceroma) ersetzt. Bei seiner engen Beziehung zu der Nahrung und Lebensweise der Vögel ist der Schnabel ein vorzüglicher Gegenstand der Aufmerksamkeit für die Zoologen geworden, die für die Beschreibung seiner vielfach wechselnden Formen besondere Kunstausdrücke erfunden haben. Die Rückenkante des Oberschnabels heißt der Schnabelrücken oder die Firste; meist erscheint dieselbe mehr oder minder nach vorn gebogen oder selbst hakenförmig gekrümmt. Der untere Rand des Unterkiefers wird die Dillenkante, der Winkel, in welchem beide Aeste des Unterschnabels zusammenstoßen, der Kinnwinkel, und der vereinigte Theil der beiden Unterkieferäste die Dille (Μυκα) genannt. Die Gegend zwischen dem Auge und der Schnabelwurzel heißt die Zügelgegend, und die hintere Wangengegend, wo sich bei dem Säugethier die äußere Ohröffnung finden würde, die Ohrgegend. Die Form der Schnabel und ihr Verhältniß zum Körper ist sehr verschieden. Die einfachste Gestalt ist diejenige eines Kegels oder einer Pyramide mit mehr oder minder scharfer Firste, die zuweilen etwas weniges nach vorn gebogen ist. Von der Länge des Storchschnabel bis zu dem kurzen Kegelschnabel eines Kernbeißers und der Dünne eines Kolibrischnabels finden sich alle möglichen Uebergänge dieser Kegelgestalt in zahlreichem Wechsel der Form. Durch stärkere Biegung der Firste, Zuspitzung des vordern Hakens am Oberschnabel und Schärfung der Seitentheile geht diese Schnabelform allmählich in den Raubschnabel über, der bei den echten Falken und Eulen den Gipfel seiner Ausbildung erreicht. Bisweilen findet sich an diesen Raubschnäbeln noch eine seitliche, vorspringende, scharfe Ecke, die man bisweilen mit dem Namen eines Zahnes belegt. In andern Fällen plattet sich der Kegelschnabel mehr ab, die Seitentheile verbreitern sich, die Kante der Firste verschwindet oft gänzlich und es werden so jene Formen hergestellt, die von den Gänsen und Löffelreihern bekannt sind. Sehr häufig dient auch der Schnabel zur Unterstützung des Kletterns, wie bei den Papageien und während hier der Oberschnabel sehr stark gebogen wird, sodaß das Ganze etwa die Form einer Rebenschere hat, wie man sie in der Gärtnerei braucht, wird zugleich seine Substanz poröser und leichter; eine Bildung, die bei den Nashornvögeln ihr höchstes Maß erreicht, bei welchen die ungeheuern Schnäbel aus großzelliger Knochenmasse bestehen, die zum Theil sogar lufthführend ist. Einige Vögel, wie die Tauben und die Sturmvögel, zeichnen sich noch durch eine besondere Bildung des Schnabels aus, der zusammengesetzt erscheint, indem die Nasenlöcher von besondern Knorpelschuppen überwölbt sind, die auf den Oberschnabel aufgesetzt und mit demselben verschmolzen sind.

Die Wirbelsäule der Vögel läßt stets die verschiedenen Abtheilungen in Hals-, Rücken-, Lenden-, Kreuz- und Schwanzwirbel erkennen. Der Halswirbel gewöhnlich elf bis zwölf, selten neun, zuweilen auch über zwanzig Wirbel, welche alle sehr beweglich, vorn ausgehöhlt und hinten gewölbt sind. Die Rückenwirbel sind sehr kurz und besitzen vorn gabliche Dornfortsätze, um welche herum die Lungen sich einlagern. Sie tragen platte Rippen, die mit platten, von der Brustbein ausgehenden Brustrippen in einem Winkel zusammenstoßen und etwas in der Mitte ihrer Länge einen platten Fortsatz nach hinten schicken, der auf die nächste Rippe aufliegt und mit dieser durch Bandmasse verbunden ist, sodaß dadurch, bei der Beweglichkeit, die Festigkeit des Brustkorbes bedeutend erhöht wird. Am Halse kommen gewöhnlich falsche, dornartige Rippen vor. Die Lenden- und Kreuzbeinwirbel verwachsen untereinander zu einem meist dreieckigen, länglichen und platten Knochen, an dessen Seiten die Darmbeine des Beckens anwachsen. Der Schwanz besteht aus einigen wenigen kleinen Wirbeln mit starken Querfortsätzen, auf deren letzten sich eine von den Seiten her zusammengedrückte, zungenförmige Platte senkrecht stellt, an welche sich die Muskeln der Steuerfedern des Schwanzes ansetzen.

Das Brustbein bildet mit dem Schultergürtel zusammen einen mächtigen Stützapparat für die Muskeln der Flügel. Es stellt gewöhnlich eine breite, schildförmig nach außen gewölbte Platte dar, die sich bis in die Nähe des Beckens erstreckt. Bei den straußenartigen (Skelet des Kasuars, Casuarius galeatus, Taf. 16, Fig. 4) Vögeln allein ist diese Platte gleich-

gewölbt, ohne einen mittlern Kamm; bei allen
n ist ein solcher Kamm um so stärker entwickelt,
deutender das Flugvermögen, am stärksten z. B.
en schwirrenden Kolibris (Skelet des Ko-
, Trochilus, Taf. 13, Fig. 1), den Schwalben,
n u. s. w. Auch die Ausbildung der Brust-
latte steht mit dem Flugvermögen in Beziehung.
uten Fliegern ist sie ganz, bei schlechten Fliegern
nern zum Beispiel) tief ausgeschnitten und immer
rer Form charakteristisch. Das Schultergerüste
t aus einem säbelförmigen, langen Schulterblatte,
u beiden Seiten der Rückenwirbelsäule auf den
n aufliegt; aus einem starken dicken Rabenbein
oracoideum), welches schief nach unten zur Spitze
Brustbeins sich begibt, wo es durch Faserknorpel
gt ist, und aus dem Schlüsselbein, das vorn bogen-
g nach der Spitze des Brustbeins geht, wo beide
lüsselbeine in der Mittellinie zusammentreffen, so-
ie einen einzigen Knochen, das sogenannte Gabel-
(furcula) bilden. Die Gabelbeine der Enten und
e sind selbst den Kindern bekannt genug, indem
aus ihnen die sogenannten Springfröschе ver-
t. Das Schultergerüste selbst bietet bei dieser
chtung eine große Festigkeit und fast völlige Un-
glichkeit dar. Auf dem von ihm hergestellten Ge-
spielt das Oberarmbein, das meistens nur kurz
dick, zuweilen aber sehr breit ist. Der Vorder-
besteht wie gewöhnlich aus der Elle und der
che, ist aber meist weit länger als der Oberarm
von zwei kleinen, rundlichen Knöchelchen gefolgt,
e die Handwurzel darstellen. Die Mittelhand ist
r ziemlich lang und aus zwei Röhrenknochen ge-
t, die an ihren beiden Enden miteinander ver-
sen, sodaß sie nur einen einzigen Knochen dar-
n, welcher in der Mitte durch einen länglichen
n durchbrochen ist. Dieser Knochen trägt am
m hintern Ende, wo er der Handwurzel ange-
ist, auf einem besondern Vorsprunge das kleine
menglied, welches dem sogenannten Afterflügel
Stützpunkt dient. Auf dem vordern Ende der
tellhand stehen gewöhnlich zwei kurze Finger, von
den der eine, dem Mittelfinger entsprechende, zwei,
ftens drei, der kleine Finger immer nur ein ein-
s Glied zeigt. Diese oft stark verlängerten Knochen
sehr eng miteinander verbunden und tragen die
wungfedern der Flügel. Die Gelenkverbindung
mtlicher Knochen ist so, daß im Zustande der Ruhe
Flügel eine förmliche Zickzacklinie bildet, indem
Oberarm längs der Wirbelsäule nach hinten liegt,
Vorderarm ihm parallel nach vorn sich erstreckt,
s das Handwurzelgelenk vorn an dem Brustbein-
me anliegt, und die Hand wieder nach hinten ein-
klagen wird.

Mit alleiniger Ausnahme der Strauße ist das
ten aller Vögel in der Mittellinie auf der Bauch-
e geöffnet, sodaß es aus zwei seitlichen Hälften
eht, die einander nicht berühren. Hüftbein, Sitz-
und Schambein sind alle drei unbeweglich mit-
nder verbunden und das erstere in der ganzen
ge seines innern Randes mit dem Kreuzbein ver-
hsen, sodaß dieses einen schaufelförmigen Knochen
stellt, der seitliche nach hinten gerichtete Flügel be-
. Zwischen dem Darme und dem Sitzbeine finden
meist mehr oder minder große Löcher und Aus-
nitte. Der Oberschenkelknochen (Skelet des Flamingo,
benicopterus roseus, in der Stellung, wie er
ndelt, Taf. 17, Fig. 12), welcher mit einem kleinen
nden Gelenkkopfe, der unter rechtem Winkel von ihm
zebt, in die Schenkelpfanne eingesenkt ist, erscheint
öhnlich als ein kurzer, aber starker cylindrischer
Knochen, der ganz in der Fleischmasse des Leibes ge-
borgen ist. Die Kniescheibe bildet eine runde Platte,
welche das Kniegelenk von vorn deckt, in welcher das
meist lange, dicke, den Oberschenkel an Masse weit
übertreffende Schienbein eingelenkt ist. Das Waden-
bein existirt nur in Form eines spießförmigen Griffel-
fortsatzes, welcher an der äußern Seite des Schien-
beins angelegt ist und niemals bis zu dem Fuß-
wurzelgelenke reicht. Dieses Wadenbein ist den meisten
Rauchern wohlbekannt, da es gewöhnlich als Pfeifen-
räumer benutzt wird. Die Fußwurzel wird durch einen
einzigen langen, cylindrischen Knochen gebildet, welcher
meistens völlig nackt, unbefiedert und nur von hornigen
Schildern begleitet ist und den man den Lauf (Tarsus)
nennt. Die Länge der Beine wird hauptsächlich durch
die Länge dieses Laufknochens bedingt und das zwischen
ihm und dem Unterschenkel hergestellte nach hinten ge-
richtete Gelenk in der beschreibenden Zoologie gewöhn-
lich die Fußbeuge genannt. Der eigentliche Fuß wird
aus zwei, drei oder vier Zehen gebildet, in deren
Anordnung eine große Mannichfaltigkeit herrscht. Jede
Zehe besteht aus mehrern Gliedern, und zwar nimmt
die Zahl derselben so zu, daß sie von innen nach
außen gewöhnlich von zwei bis auf fünf steigt. Sehr
häufig steht der Daumen mit den übrigen Zehen nicht
auf gleicher Fläche. Oft berührt er den Boden gar
nicht, wo man ihn abgerückt nennt, in andern Fällen
reicht er nur mit der Nagelspitze auf, bei noch andern
nennt man ihn aufliegend, indem er seiner ganzen
Länge nach auf dem Boden ruht. Gewöhnlich ist dieser
Daumen nach hinten gerichtet, bei den Klammer-
füßen aber, wie z. B. bei den Mauerschwalben,
steht er wie die übrigen Zehen nach vorn. Nach der
Richtung der Zehen unterscheidet man ferner noch
Kletterfüße, bei welchen auch die äußere Zehe nach
hinten gerichtet ist, sodaß der Fuß eine Zange dar-
stellt (Papagaien, Spechte); zuweilen wird die Außen-
zehe beweglich und kann beliebig nach vorn oder hinten
gerichtet werden (Kukuk) — Wendezeher. Lauffüße
hat man solche Füße genannt, bei welchen, wie beim
Strauß, nur wenige, nach vorn gerichtete, zum Theil
verwachsene Zehen vorkommen. Da die Zahl der
Füße, wo drei freie, nach vorn gerichtete Zehen mit
einer freien Hinterzehe vorkommen, ungemein groß
ist, so hat man hier wieder mehrere Unterabtheilungen
gemacht. Watfüße nennt man lange Beine, bei
welchen das Schienbein nicht bis zur Fußbeuge ge-
fiedert, sondern unten nackt ist, wie der Lauf. Die
meisten Stelzvögel, wie die Reiher und Störche, ge-
hören in diese Kategorie. Gangbeine dagegen nennt
man diejenigen Füße, bei welchen das Schienbein bis
zur Fußbeuge gefiedert ist. Bei diesen Gangbeinen
unterscheidet man wieder: Spaltfüße, wenn die
Zehen durchaus getrennt sind; Sitzfüße, wenn sie
nur durch eine kurze Haut an ihrem Grunde verbunden
werden; Wandelfüße, wenn Mittel- und Außenzehe
am Grunde miteinander verwachsen sind, wie bei
unsern Hühnern; und Schreitfüße, wenn diese Ver-
wachsung sich über die Mitte der Zehen hinaus er-
streckt, wie dies z. B. bei dem Eisvogel der
Fall ist. Bei den Wasservögeln, wo die Füße als
hauptsächliches Ruderorgan dienen, wird ihre Wirkung
besonders dadurch vermehrt, daß die Zehen durch
Schwimmhäute miteinander verbunden werden. Man
unterscheidet hier hauptsächlich: Lappenfüße, wenn
die Zehen nur von breiten, seitlich eingeschnittenen
Hautlappen umgeben sind, wie dies bei den Wasser-
hühnern der Fall ist; Schwimmfüße, wenn nur die
drei nach vorn gerichteten Zehen durch eine Schwimm-
haut verbunden sind, die Hinterzehe aber frei ist oder

selbst gänzlich fehlt; und endlich Ruderfüße, wie bei den Scharben und Pelikanen, wo auch der Daumen nach vorn gewandt und mit den übrigen durch eine gemeinschaftliche Schwimmhaut verbunden ist.

Die Muskulatur bietet besonders die ungemein starken Flugmuskeln der Brust, die auf der Fläche des Brustbeins und seines Kammes angeheftet sind, und sodann die Muskelmassen des Beins, in welche der Schenkel ganz eingehüllt ist. Die Sehnen der Beugemuskeln der Zehen, sehr lang und dünn, in welchen sich oft Verknöcherungen bilden, laufen am hintern Rande der Fußbeuge über eine Rolle, in welcher sie durch Bänder festgehalten sind. Diese Einrichtung hat zur Folge, daß die Zehen beim Niederhocken des Vogels eingezogen werden und also auch im Schlafe die Zweige umkrallen.

Federn finden sich bei allen Vögeln ohne Ausnahme. An einer vollkommen ausgebildeten Feder unterscheidet man den Kiel (scapus), unten hohl und hart, der nach oben in den soliden Schaft (rhachis) ausläuft, an welchen sich der Bart oder die Fahne ansetzt. Der Schaft ist auf der Hinterseite meist rinnenförmig ausgehöhlt, und da wo die Rinne in der Nähe des Kiels aufhört, setzt sich sehr häufig noch ein zweiter kleinerer Schaft an, welchen man den Afterschaft genannt hat, der aber bei allen Schwung- und Steuerfedern, welche wir einzig als Schreibfedern benutzen, gänzlich fehlt. Die Fahne der Feder wird von mehr oder minder dicht gedrängten, langen Blättchen gebildet, welche wieder bald auf beiden Seiten, bald nur an einem Rande mit Wimpern, Häkchen oder Strahlen besetzt sind, die dann oft noch secundär neue Wimpern und Häkchen tragen. Die Häkchen zweier benachbarter Strahlen greifen namentlich bei den Steuer- und Schwungfedern innig ineinander, sodaß die Fahne eine breite Platte bildet, mit welcher die Luft geschlagen werden kann. Hinsichtlich der Structur unterscheidet man Contourfedern (pennae) mit vollkommen ausgebildetem, steifem Kiele, der eine ziemlich feste, zusammenhängende Fahne trägt; die Deck- und Schwungfedern, wie z. B. unsere gewöhnlichen Schreibfedern, liefern die besten Beispiele. Zuweilen sind diese Contourfedern zerschlissen, zuweilen fehlt die Fahne ganz und es existirt nur der Schaft, wie beim Kasuar. Die Dunen- oder Flaumfedern haben nur einen sehr dünnen oder gar keinen Schaft, sodaß die Fahne aus einer Menge elastischer Fasern zusammengesetzt ist. Sie finden sich besonders am Leibe unter den Deckfedern und bilden die erste Befiederung des Jungen im Ei. Endlich unterscheidet man noch Fadenfedern (Filoplumae), deren Schaft lang, aber so zart und dünn ist, daß er einem Haare gleicht. Die Stellung der Federn ist wichtig, da sie auf dem Körper eigene Federfluren (Pterylae) bilden, zwischen welchen leere Raine (Apteria) sich hinziehen. Die Vertheilung dieser Federfluren ist charakteristisch für viele Gruppen. Die beschreibende Zoologie befaßt sich noch besonders mit den Federn der Flügel und des Schwanzes, die man im allgemeinen in Schwungfedern, Steuerfedern und Deckfedern theilt. An einem ausgestreckten Vogelflügel unterscheidet man zuerst die Hauptsteuerfedern oder die Handschwingen, gewöhnlich zehn, seltener neun oder elf lange Federn, mit breiten Fahnen, welche sich an der ganzen Länge der Handknochen vom Flügelbuge bis zur Spitze festsetzen, dann die Armschwingen, welche den Raum vom Ellnbogen bis zum Armgelenke einnehmen, und die Deckfedern des Schulterfittichs (Parapterum), welche an dem Oberarme eingefügt sind. Der Daumen trägt an dem Handgelenke eine Sammlung kleiner Schwungfedern, welche man den falschen Flügel (Alula) nennt. Von allen Seiten sind die Kiele der Schwungfedern von kürzern Deckfedern umgeben, wodurch aus dem ganzen Flügel eine breite Platte gebildet wird, auf der die Schwungfedern so angelagert sind, daß beim Heben des Flügels die Luft zwischen ihnen durchstreicht, beim Senken darunter gefangen wird. Die Steuerfedern des Schwanzes stehen gewöhnlich fächerartig und dienen hauptsächlich zum Balanciren des Vogelleibes in horizontaler Stellung, sowie zu seitlichen Steuern desselben, was man namentlich deutlich bei den Raubvögeln beobachten kann, wenn sie mit unbeweglich ausgespannten Flügeln ihre langsamen Kreise in der Luft beschreiben. An denjenigen Stellen, wo die Haut nicht mit Federn bedeckt ist, zeigt sie sich bald nackt und weich und ziemlich dünn, wie an dem Halse mancher Geier, bald ist die Oberhaut hornartig verdickt, wie dies namentlich an den Lause und den Zehen der Fall ist. Hier zeigt sich diese Hornmasse bald einfach körnig, bald durch Furchen in mehr oder minder bedeutende Schilder getheilt, welche, wenn sie in größerer Länge zusammenfließen, Schienen oder Stiefel genannt werden und deren Anordnung für die Systematik von Bedeutung ist. Zu diesen Hornbildungen der Oberhaut gehören ebenfalls auch die Nägel der Zehen, die schon früher beschriebenen Schnabelscheiden und die Sporen, scharfe, nagelartige Hornspitzen, die gewöhnlich auf der innern Seite der Füße, wie bei den Hähnen, oft aber auch wie bei den Wehrvögeln, dem Kasuar und dem Secretär, an der vordern Flügelecke angebracht sind und den Thieren als Waffe dienen, womit sie beim Schlagen mittels des Flügels verwunden. Endlich kommen noch bei manchen Vögeln, besonders stark entwickelt bei dem Truthahn und bei manchen Geiern, Fleischanhängsel auf der Haut des Kopfes und Halses vor, welche durch das Andrängen des Blutes geschwellt werden können.

Das Rückenmark der Vögel zeigt zwei Anschwellungen, den Austrittsstellen der großen Extremitätennerven entsprechend, an der hintern welchen seine Stränge auseinander. Das Gehirn füllt den Schädel ganz aus, ist bedeutend in die Breite entwickelt und besteht aus den platten Hemisphären, welche die Vierhügel gänzlich decken und an das nach einem dicken, quergefurchten Mittelstheile und kleinern Seitentheilen bestehende Kleinhirn unmittelbar anstoßen. Unter den Sinnesorganen ist die Nase verhältnißmäßig am wenigsten ausgebildet und das Geruchsvermögen nur sehr schwach entwickelt. Versuche haben nachgewiesen, daß man nur irrthümlich von einem scharfen Geruche bei vielen Aasvögeln, wie namentlich den Geiern sprach, und daß diese im Gegentheil nur durch die Schärfe ihres Gesichts ihren stinkenden Fraß entdecken. Bei einigen Wasservögeln fehlen die äußern Nasenöffnungen ganz oder sind auf nur höchst unbedeutende Schlitze reducirt. Bei den übrigen Vögeln stehen sie bald an der Schnabelwurzel, bald mehr gegen die Mitte desselben hin. Nur bei dem Kiwi, dem flügellosen Vogel Neuseelands, finden sie sich ganz vorn an der Spitze des langen dünnen Schnabels und sind mit weicher, sehr nervenreicher Tasthaut umgeben. Die innern Nasenöffnungen bilden zwei schlitzartige Spalten in dem hintern Gaumengewölbe, welche zuweilen zusammenfließen. Die innern Windungen, die von knorpeligen Muscheln getragen werden, sind unbedeutend. Um so ausgebildeter sind gewöhnlich die Augen, welche stets vorhanden sind und oft eine ungemeine Größe erreichen. Sie sind wenig beweg-

Mangel, der durch die große Freibeweglichkeit des ersetzt wird. Die Form des Augapfels ch ausgezeichnet, daß die stark gewölbte Hornrch einen verengten, kegelförmigen oder fast chen Theil in den flachen, schalenförmigen Abschnitt übergeht. Dieser halsförmige Theil lbus wird durch einen Knochenring gestützt, in das Gewebe der Sklerotika eingesenkt ist s knöchernen, dachziegelförmig übereinander n Platten gebildet wird. Die Linse ist rundi den Falken vorn stark abgeplattet, bei den en Vögeln sehr convex und wird durch den chen Kamm oder Fächer, der schräg von dem en gegen die Linsenkapsel hinläuft, in seiner alten. Die Schutzorgane des Auges sind sehr det, indem sich stets zwei freibewegliche Lider ner halb durchsichtigen Nickhaut finden, die gene Muskeln von dem innern Augenwinkel a über die Hälfte des Augapfels hinübergeverden kann. Das Gehörorgan gleicht in eziehung demjenigen der Krokodile. Ein äußeres nicht vorhanden, wird aber bei vielen Vögeln eine eigenthümliche Stellung der Federn und Ohren durch eine häutige Klappe ersetzt. Das elfell liegt an dem Grunde eines kurzen weiten anges in einem gewöhnlich unvollständigen und schließt nach außen die weite Paukenhöhle, le Nebenzellen hat und durch eine kurze, ziemite Eustachische Trompete in den Rachen mündet. erbindung zwischen dem Paukenfell und dem thr wird durch eine einzige lange Columella llt. Das Labyrinth selbst besteht aus einem Vorhofe, drei halbcirkelförmigen Kanälen und flaschenförmigen, nicht gewundenen Schnecke a). Die Zunge ist nur selten weich und (Papagaien), dagegen meist mit einem diden erzuge versehen, der oft Warzen, Stacheln, alen u. s. w. entwickelt und dadurch die Zunge nspießen und Ergreifen der Nahrung befähigt.

Verdauungswerkzeuge (Eingeweide des huhns, Taf. 15, Fig. 9: a Schlund, k Kropf, senmagen, c Muskelmagen, i Leber, d Zwölfarm mit der Bauchspeicheldrüse, h Darm, ddärme, f Dickdarm, g Einmündung des Eiin die Kloake), sind ziemlich übereinstimmend. Der Schlund ist meist weit, stark muskulös det häufig am Halse einen oft drüsenreichen en Kropf, der hauptsächlich den Tagraubvögeln, hnern, Tauben und Laufvögeln zukommt. In ropfe erhält das Futter eine vorläufige Berg und geht dann durch eine engere Abtheilung eiserröhre in den Drüsenmagen über, der in uchhöhle liegt, sackartig ist und meistens eine cke Wandung hat, in welcher eine Menge aber Drüsen bald gleichmäßig vertheilt, bald ewissen Normen gruppirt liegen. Nach hinten ieser Drüsenmagen in eine zweite Magenabg über, die man der Stärke ihrer Wandungen gewöhnlich als den Muskelmagen bezeichnet. tärke der Muskulatur dieser Abtheilung hängt lich von der Nahrung ab. Am schlafffsten sind andungen des Muskelmagens bei den Fleisch, wo er nur einen weiten Sack bildet, am n entwickelt bei den Körnerfressern, wie unsern rn und Enten, wo er eigentlich aus zwei dicken, lösen Reibscheiben besteht, deren jede in der eine rundliche Sehnenausbreitung hat, an welche ie Muskelfasern festsetzen. Diese Reibscheiben nnen mit einer dicken, hornigen Oberhautschicht kleidet und dienen in der That dazu, das in dem Kropfe und Drüsenmagen erweichte Futter mechanisch zu zermalmen. Der Dünndarm bildet stets eine Schlinge, in welcher die Bauchspeicheldrüse liegt, und zeigt häufig einen Ueberrest des Dotterganges in Gestalt eines wurmförmigen Anhangs. Der Dickdarm besitzt meistens zwei Blinddärme, und öffnet sich mit einer klappenartigen Kreisfalte in die Kloake, die zugleich den Harn- und Geschlechtsorganen als Ausgang dient und an welcher sich außerdem noch ein eigenthümlicher Blindsack befindet, welcher bei allen Vögeln an der hintern Wand der Kloake vorkommt, drüsige Wände hat und die Bursa Fabricii genannt worden ist. Die Leber ist groß, meist mit einer Gallenblase versehen, und das Zwerchfell nicht zwischen ihr und dem Herzen, sondern hinter und über ihr ausgespannt, doch so, daß die Lungen nur theilweise von der Bauchhöhle abgeschnitten sind.

Die Anwesenheit zweier Kehlköpfe, sowie die Lagerung und Structur der Lungen, welche durch große Oeffnungen mit den im Körper verbreiteten Luftzellen und Säcken communiciren, zeichnet die Vögel vor allen andern Wirbelthieren wesentlich aus. Hinter der Zungenwurzel findet sich eine Längsspalte, selten von einem Kehldeckel beschützt, welche unmittelbar in den obern Kehlkopf führt, der aus mehrern Knorpeln zusammengesetzt ist, durch besondere Muskeln bewegt werden kann, aber keine Stimmbänder besitzt. Die Muskeln dieses Kehlkopfes gehen von dem Zungenbeine aus, dessen Hörner bei denjenigen Vögeln, welche die Zunge zum Anspießen von Insekten hervorschnellen, wie z. B. bei den Spechten, oft sich bogenförmig über den Kopf hinaus bis zur Schnabelwurzel erstrecken. Von dem Kehlkopfe aus steigt die lange Luftröhre an dem Halse hinab, meistens von vollständigen Knorpelringen gebildet. Bei den meisten Vögeln verläuft die Luftröhre ganz gerade bis zu ihrem Eintritt in die Lunge; bei einigen Hühnern, Sumpf- und Wasservögeln aber, die sich durch eine weitschallende Trompetenstimme auszeichnen, wie beim Auerhahn, dem Schwan und dem Kranich, macht die Luftröhre an ihrem Brustende schlangenförmige Biegungen, die bald nur unter der Haut, zuweilen aber auch in dem hohlen Brustbeinkamme liegen und besonders bei den Männchen stark ausgebildet sind. Mit Ausnahme einiger Geier, der Störche und der Laufvögel findet sich bei allen Vögeln an der Theilungsstelle der Luftröhre in die beiden Bronchen der untere Kehlkopf als wesentlicher Stimmapparat. Nur in sehr seltenen Fällen hat jeder Luftröhrenast seinen eigenen, getrennten Kehlkopf, oder nehmen die Luftröhrenäste gar keinen Antheil daran; gewöhnlich bildet das Ende der Luftröhre eine Trommel, aus welcher die beiden Aeste unmittelbar hervorgehen. Bei den Singvögeln besitzt dieser untere Kehlkopf besondere Singmuskeln, die den andern abgehen.

Die Lungen selbst hängen nicht frei, wie bei den Säugethieren, in einem geschlossenen Brustfellsacke, sondern sind an der obern Fläche der Bauchhöhle in den Zwischenräumen der Rippen zu beiden Seiten der Wirbelsäule in Gestalt hellrother, schwammiger Massen abgelagert. Die Bronchen lassen auf eigenthümliche Weise die Luftzellen dieses schwammigen Gewebes entstehen und zeigen zahlreiche Oeffnungen auf der Oberfläche der Lungen, welche in häutige Säcke führen, die mit den Luftgängen der Knochen in Verbindung stehen. Gewöhnlich finden sich vier Paar von solchen Oeffnungen, die in hintereinanderliegende, voneinander getrennte Luftsäcke führen, welche theilweise sogar die Eingeweide umhüllen.

Das Herz der Vögel liegt unmittelbar hinter dem

Gabelknochen, nur von einem dünnen Herzbeutel umgeben, frei in der Bauchhöhle.

Die Nieren liegen in dem hintern Theile der Bauchhöhle in den vordern Gruben des Kreuzbeins, sind sehr häufig miteinander verschmolzen und senden aus ihrer vordern Fläche die beiden Harnleiter nach der Kloake hin, in deren hintere Wand sie sich neben den Geschlechtskanälen öffnen. Außer ihnen müssen wir noch eines besondern Absonderungsorgans gedenken, der sogenannten Bürzeldrüse, welche in der äußern Haut auf dem Rücken des Schwanzes unmittelbar an den Steuerfedern desselben liegt und eine fettige Schmiere absondert, womit die Vögel ihre Federn einzuölen pflegen. Sie ist bei den Wasservögeln, deren fettes Gefieder von dem Wasser gar nicht genetzt wird, am bedeutendsten und fehlt namentlich den Laufvögeln durchaus. Enten und Gänse sieht man oft stundenlang beschäftigt, mit dem Schnabel zuerst etwas Schmiere aus dieser Bürzeldrüse auszupressen und dann die einzelnen Federn gleichsam durchzukauen und sie so einzuölen.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen immer aus zwei Hoden, von welchen der linke meist etwas größer ist und die zur Begattungszeit bedeutend anschwellen, nachher aber auf ein sehr geringes Maß zurücksinken. Die Samenleiter gehen ohne Bildung eines Nebenhodens von dem Hoden geschlängelt nach der Kloake zu und endigen sich an der Hinterwand derselben bei den meisten Vögeln auf zwei kleinen, gefäßreichen Wärzchen. Nur bei den Laufvögeln und einigen Wasservögeln und Hühnern kommt eine einfache männliche Ruthe vor, die aus einem vordern ausstülpbarem Schlauche und einem hintern, erectilen Gewebe besteht und eine Rinne zur Fortleitung des Samens zeigt. Die weiblichen Geschlechtstheile sind bei den meisten Vögeln merkwürdigerweise nur einfach, indem der ursprünglich angelegte rechte Eierstock später vollkommen rudimentär wird und nebst seinem Eileiter entweder gänzlich schwindet oder aber nur in Gestalt uniformlicher Bläschen überbleibt. Der linke Eierstock, der über und vor der Niere liegt, erzeugt allein Eier in häutigen Platten, die durch ihre Entwickelung ihm ein traubiges Ansehen geben. Der Eileiter ist stets sehr lang, beträchtlich gewunden und zeigt oben einen weiten Trichter mit schlitzförmiger Oeffnung zur Aufnahme der Dotter, seine Fortsetzung ist röhrenförmig eng, mit vielen Drüsen besetzt, welche das Eiweiß absondern, das sich in Schichten ablagert und bei der Drehung des Eies während seines Durchgangs durch diesen Theil die festern Windungen bildet, die man mit dem Namen der Hagelschnüre bezeichnet. Vor der Kloake zeigt der Eileiter eine erweiterte Stelle, die ebenfalls mit reichlichen Drüsen besetzt ist und in welcher die Kalkschale abgelagert wird. Zur Bildung derselben sieht man häufig die Hausvögel Kalk an den Mauern picken, und es ist bekannt, daß man in der Gefangenschaft gehaltenen Vögeln gegen die Paarungszeit hin Kalk liefern muß, um ihnen die Bildung der Eischale zu ermöglichen. Der Eileiter mündet in die Kloake auf der äußern Seite des linken Harnleiters.

Die Paarungszeit tritt bei den meisten Vögeln nur periodisch einmal im Jahre, im Frühling oder Sommer, ein und ist mit einer außerordentlichen Erhöhung aller Lebensthätigkeiten verbunden. Die meisten Vögel leben paarweise, nur wenige, wie unsere Hühnervögel, in Polygamie, und bei den meisten beschäftigen sich beide Gatten gleichmäßig mit dem Baue des Nestes und der spätern Sorge für die Jungen. Sehr oft ändert namentlich das Männchen zur Paarungszeit sein Gefieder und legt das sogenannte Hochzeitskleid an, welches meist glänzendere, lebhaftere Farben zeigt. Viele Gattungen, die sonst stumm sind, lassen zu dieser Zeit eine besondere Lockstimme hören; andere verändern ihren Gesang in eigenthümlicher Weise. Der Ort der Brutstätte, des Nestes, zeigt sehr auffallende Verschiedenheiten und für jede Art einen ganz besondern Typus, der sich stets wiederholt. Am lockersten ist im allgemeinen der Nestbau der Wasser- und Sumpfvögel: viele höhlen sich nur Löcher im Strande aus, die sie mit den Dunen ihres Körpers auskleiden. Die Raubvögel bauen meist nur ein kunstloses Horst, ebenso die Reiher, Störche u. s. w. Die größte Kunstfertigkeit zeigen die kleinern Sänger und Schreivögel, die bald offene, bald zugedeckte, gewölbte Nester bauen. Einige neuholländische Vögel schmücken selbst das Nest und seine Zugänge, offenbar absichtlich, mit schönfarbigen und glänzenden Gegenständen. Den merkwürdigsten Instinct zeigen die ausländische Vögel, wie z. B. die Schneidergrasmücke Ostindiens, welche ihr leichtes Nestchen in einem Blatte aufhängt, vor welches sie ein anderes Blatt festgenäht hat, zu welchem Behufe sie Baumwollfäden mittels ihres Schnabels und ihrer Füße zusammendreht, oder die Republikaner (Ploceus), welche in großen Gesellschaften zusammenleben und ein gemeinschaftliches Nest bauen, das mit breiten Blättern gedeckt ist und unter dem Dache eine Menge von Eingängen hat, die alle in die getrennten Gemächer der einzelnen Paare führen. Der Zweck der Bebrütung ist der, die Eier beständig in einer der Blutwärme nahekommenden Temperatur zu erhalten. Je früher der Vogel brütet (und der Kreuzschnabel thut es in unter Gegenden mitten im Winter, im December und Januar), desto weniger verläßt er die Eier, und meistens wird in diesen Fällen das brütende Weibchen von dem Männchen gefüttert. Bei andern Gattungen brüten beide Gatten abwechselnd und der abgelöste hält sich stets in geringer Entfernung vom Neste auf, um Gefahr abzuwehren oder auch durch List die Verfolger auf falschen Weg zu lenken. Bei vielen Vögeln namentlich bei Wasservögeln fallen an bestimmten Stellen des Unterleibes die Federn aus, sodaß nackte runde Flecke, sogenannte Brüteflecke entstehen und die Haut beim Brüten unmittelbar die Eier berührt. Die Zahl der Eier ist sehr verschieden. Viele Wasservögel, wie die Lummen und Alke, legen nur ein einziges Ei, während bei denjenigen Vögeln, wo die Jungen unmittelbar nach dem Ausschlüpfen sich selbst ihre Nahrung suchen können, die Zahl bis auf zwanzig und mehr steigt. Bekanntlich kann die Brutwärme auch künstlich ersetzt werden, und in der That legen auch einige Vögel (Talegalla) ihre Eier in große Misthaufen, wo die durch die Gärung erzeugte Wärme genügt, sie auszubrüten.

Die jungen Vögel zeigen bei dem Ausschlüpfen entweder dem Ei zwei wesentlich verschiedene Typen. Bei den einen, den sogenannten Nesthockern, sind die Jungen nur mit spärlichem Flaume bedeckt und unfähig, ihre Nahrung nachzugehen; sie werden von den Alten mit großer Sorgfalt und Ausdauer gefüttert und zwar gewöhnlich mit besondern Stoffen, welche sie später verschmähen. So füttern die meisten Körnerfresser ihre Jungen anfangs mit Würmern, Raupen u. s. w. Es dauert oft geraume Zeit, bis die Jungen flügge werden, und das Zutragen der Nahrung beschäftigt die Alten von früh morgens bis in die Nacht hinein. Bei den andern, den Nestflüchtern, sind die Jungen fast mit dem Verlassen der Eischale fähig, ihre Nahrung zu suchen und stehen dann nur noch unter der

r Aeltern, welche ihnen die nöthige Aneen.

riodicität des Lebens ist nirgendwo als gerade in der Klasse der Vögel, bei zu mancherlei Erscheinungen Veranlassung s Federkleid wird namentlich in den geund kalten Zonen regelmäßig zweimal im echselt, und gewöhnlich sind die Farben, der Mauser erscheinen, verschieden, sodaß Sommerkleid und ein Winterkleid unterNimmt man hierzu die Thatsache, daß bei n Vögeln die Verschiedenheit des Gefieders Geschlechtern ziemlich bedeutend ist, daß das größere und stärkere Männchen wenigstens re und lebhaftere Farben, oft aber auch rschiedenheiten zeigt, wie z. B. bei den Fasanen u. s. w., daß die jungen Vögel on den alten durchaus verschiedenes Kleid o sieht man hieraus, daß Irrthümer hinr Bestimmung der Arten leicht geschehen In anderer Hinsicht gibt sich die Periodicität ist in der Lebensweise kund. Nur wenige d vollkommen stationär, sodaß sie zu allen en an demselben Orte vorhanden sind und , wo sie den Winter zubringen. Man hat dieser Art Standvögel genannt. Die gel machen beschränkte Wanderungen in t, bleiben aber etwa in demselben Klima, auch im Winter mehr südlich ziehen. Die l endlich, wozu Störche, Schwalben, Wach- w. gehören, unternehmen jährlich zweimal e Reise, indem sie im Frühjahr nördlich rt brüten und im Herbst mit den Jungen , um in südlichen Standorten den Winter n. Unsere gemäßigten Gegenden bilden für r im Norden brütende Vögel, wie für die änse, die Seidenschwänze u. s. w. die südnterquartiere, während die Zugvögel unserer den Küsten des Mittelmeers und namentr afrikanischen Küste den Winter zubringen. und Reise geschehen meistens in der Nacht; her sieht man die Vögel aus einer ganzen n bestimmten Sammelplätzen sich vereinigen, ch in einer Nacht die ganze Gesellschaft auf- Diejenigen, welche über das Meer setzen, sich im Herbst an den südlichen Landspitzen sie einige Tage verweilen, um Kräfte zu und im Frühjahre findet man namentlich en Vögeln, welche schlecht fliegen, wie z. teln, an denselben Orten ganze Scharen rde höchster Ermattung, sodaß sie sich mit greifen lassen. Im allgemeinen gilt von en Wanderungen die Regel, daß die Vögel am weitesten nach dem Pole zu liegenden en und von dort abziehen, sobald die nahkalte Zeit beginnt, um sich in wärmere u begeben.

r großen Uebereinstimmung im Bau der rotz der so mannichfachen äußern Formgehält es schwer, allgemeine Charaktere für Gruppen der Klasse zu finden. Wir theilen dermaßen ein:

asse der Nesthocker (Insessores). — Ordnunapageien, Klettervögel, Haftzeher, Sperlingsaubvögel, Girrvögel.

lasse der Nestflüchter (Autophagi). — Ordnunühnervögel, Laufvögel, Stelzvögel, Wasser-

ic ungemein großen Anzahl von bekannten ic (9—10000) und dem geringen Interesse, das viele ausländische Familien bieten, können wir nur die besonders vorstehenden berücksichtigen. Ebenso müssen wir darauf aufmerksam machen, daß die Scheidungsgrenzen sowol der Unterklassen als auch der Ordnungen und Familien durchaus nicht so fest sind als bei andern Klassen. So gibt es unter den Nestflüchtern manche, deren Junge dennoch lange im Neste aufgepippelt werden u. s. w.

Unterklasse der Nesthocker (Insessores).

Die Jungen verlassen das Ei mit unvollständiger Entwickelung selbst des Dunenkleides, sind unfähig, ihr Futter sich zu verschaffen, und müssen von den Aeltern im Neste während kürzerer oder längerer Zeit aufgezüchtet werden.

Ordnung der Papagaien (Psittaci).

Oberschnabel sehr hoch und stark gekrümmt, am Grunde mit Wachshaut versehen, sehr beweglich in einem queren Einschnitt an den Schädel eingelenkt und über den abgestutzten Unterkiefer übergreifend. Zunge meist dick, weich und fleischig. Kletterfüße, die beiden Mittelzehen nach vorn, die innern und äußern nach hinten gerichtet und etwa gleich stark.

Südliche Vögel, im Durchschnitt auf die Gegenden beschränkt, wo Palmen wachsen. Sie klettern mit Hülfe des Schnabels auf Bäumen, nähren sich besonders von Früchten, Sämereien und saftigen Schossen, bauen ihre kunstlosen Nester in Baumlöcher, leben monogamisch, vereinigen sich aber zu großen Scharen, um Pflanzungen zu überfallen, denen sie durch ihre List und Zerstörungssucht sehr schädlich werden. Bekannt ist die Gelehrigkeit, Nachahmungssucht und Intelligenz der meisten, von denen viele nicht nur sprechen, sondern auch die gelernten Sätze am richtigen Orte anzuwenden verstehen. Die natürliche Stimme ist ein häßliches Geschrei. Doch lernen nur die mit fleischiger Zunge sprechen; die Loris mit Pinselzunge nicht. Auch leben einige nicht auf Bäumen, sondern in Erdlöchern. Alle fliegen ziemlich schlecht, die Flügel sind meist kurz und abgerundet. Alle Knochen pneumatisch.

Familie der Kakadus (Plictolophida). Schnabel kurz, sehr hoch; Oberschnabel hinter der Spitze mit Ausschnitt, Schwanz kurz, auf dem Kopfe ein aufrichtbarer Federbusch. Meist schön weiß, rosa oder hellgelb genischte Farben, selten schwarz. In Australien und dem Indischen Archipel. Die abgebildete Art mit gelbem Federbusch von den Sunda-Inseln (Gelber Kakadu, Cacatua galerita, Taf. 12, Fig. 3).

Familie der Aras (Sittacida). Schwanz lang, keilförmig, Schnabel kräftig; Flügel spitz. Amerikaner und Australier. Ungelehrig. Oft sehr auffallende, grelle Farben, blau, roth, gelb u. s. w. Wangen nackt. Die abgebildete Art (Ara, Makao, Fig. 4) amerikanisch. Hierher auch der zierliche Wellensittich (Wellensittich, Melopsittacus undulatus, Fig. 5), jetzt in Thiergärten häufig, aus Australien.

Familie der Papagaien (Psittacida). Die typische Familie, Schwanz kurz, Schnabel mäßig, Flügel lang und spitz, Wangen befiedert. In Amerika und Indien, nicht in Australien. Hierher der gewöhnliche grüne Papagai (Kopf des grünen Papagais, Chrysotis aestivus, Fig. 2) aus Brasilien, wol der gelehrigste von allen, der niedliche grüne Zwergpapagai (Psittaculus passerinus), bekannt unter dem Namen des Inseparables.

Familie der Eulenpapagaien (Strigopida). Schnabel, Flügel und Schwanz kurz, keine Schlüsselbeine (Eulenpapagai, Strigops habroptilus, Fig. 6), eulenartiges Ansehen und Gefieder. Leben auf Neuseeland in Erdlöchern, jagen nächtlich nach kleinen Säugethieren. Fast ausgestorben.

Familie der Loris (Trichoglossida). Zunge pinselförmig, von hornigen Papillen starrend. Saugen Honig. Wie die vorigen ungelehrig. Eine Art auf der Philippsinsel (Nestor productus), neuerdings ausgestorben.

Ordnung der Klettervögel (Scansores).

Kletterfüße in verschiedener Ausbildung. Schnabel ohne Wachshaut, meist stark und groß. Zunge hornig, oft mit Widerhaken. Straffes Gefieder. Flügel kurz.

Die südamerikanische Familie der Tukans (Rhamphastida) oder Pfefferfresser (Pfefferfresser, Rhamphastus toco, Taf. 12, Fig. 7) ist ihres ungeheuer großen, mit Hornzellen gefüllten, gebogenen und seitlich gezahnten Schnabels wegen seit alter Zeit bekannt; die Zunge dieser Vögel entspricht indessen dem ungeheuern Schnabel durchaus nicht, da sie nur dünn, hornig, an der Spitze aber gefiedert und gespalten ist; die Füße sind stark, kräftig, vorn getäfelt, das Flugvermögen nur schwach. Die großen Vögel leben hauptsächlich von Insekten, die sie mit der Federzunge aus Baumritzen herausholen, genießen aber auch Früchte und verschmähen selbst Eier und Junge anderer Vögel nicht. Die abgebildete Art hat die Größe einer Krähe, Kehle und Bürzel weiß, Stirn und Rücken roth, Schnabel orange, sonst schwarz. Aus Brasilien.

Die Familie der Glanzvögel (Galbulida) wird von kleinen, lebhaft gefärbten (Galbula viridis, Fig. 8), grün metallisch glänzenden Vögeln gebildet, die einen langen, spitzen, bald geraden, bald gebogenen Schnabel besitzen und schwache Füße haben, deren Vorderzehen meist gänzlich miteinander verwachsen sind. Südamerikaner.

Die Familie der Bartvögel (Bucconida) hat einen meist starken, kurzen, kräftigen Schnabel, der an der Wurzel von fünf Bündeln steifer Borsten umgeben ist (Trogon viridis, Fig. 9), von denen je eins vor jedem Nasenloch, eines zur Seite und ein unpaares unter dem Kinn steht. Die Füße sind kurz, schwach, getäfelt, von den Zehen die innern nach hinten, die äußern nach vorn gerichtet; die Farben des Gefiederes gewöhnlich sehr lebhaft und metallglänzend. Die trägen Vögel bewohnen nur die heiße Zone und nähren sich besonders von Insekten oder Früchten.

Die Familie der Spechte (Picida) zeichnet sich durch den geraden starken, konischen Schnabel aus, in dem eine sehr lange, spitze, hornige Zunge liegt, die pfeilartig hervorgeschnellt werden kann. Die Füße sind kurz, stark, die Hinterzehen sehr kräftig, die innere zuweilen nur rudimentär oder gänzlich fehlend, sodaß nur drei Zehen vorhanden sind. Der Schwanz ist bei einigen Gattungen weich, bei andern mit steifen, spitzen Schwungfedern versehen, die den Körper beim Klettern an den Stämmen stützen. Sie hacken mit dem starken Schnabel tiefe Löcher in das Holz und ziehen die Insekten theilweise mit ihrer hornigen Zunge hervor.

Bei uns haben wir den großen Schwarzspecht (Kopf des Schwarzspechts, Picus martius, Fig. 20), ganz schwarz mit feuerrother Haube, nur in großen Wäldern, widerlich riechend, bekannt durch die Sagen von der Springwurzel; den Grünspecht (Picus viridis), grün mit rothem Scheitel, und verschiedene Buntspechte (Buntspecht, Picus major Fig. 19), alle wesentlich schwarz und weiß mit rothem Scheitel. Alle nisten in hohlen Bäumen. Hierher gehört auch der Wendehals (Yunx torquilla, Fig. 17), mit kurzem Schnabel, kurzen Flügeln, mäßigem, abgerundetem Schwanz, weich, locker Gefieder, gelbgrau gesprenkelt, bekannt durch die große Beweglichkeit seines Halses. Er hackt nicht, wie die Spechte, lebt aber, wie diese, von Insekten.

Familie der Kukuke (Cuculida). Schnabel mittellang, Mundspalte sehr weit (Kukuk, Cuculus canorus, Fig. 10), äußere Zehe eine Wendezehe. Klettern nicht, fliegen scheu in Wäldern, nähren sich von Insekten, kleinen Nestvögeln und Eiern. Bei uns nur der Kukuk (Kopf des Kukuk, Cuculus, Fig. 11), dessen Gesang allgemein bekannt. Nährt sich vorzugsweise von haarigen Raupen, deren Haare in seinem Magen eine Art Pelz bilden, legt seine Eier in Nester kleinerer Singvögel, die das Junge aufziehen. Die ausländischen Kukuke machen Ausnahme; einige (Crotophaga) leben in Südamerika dem Vieh, die Schmarotzerinsekten ab.

Ordnung der Haftzeher (Syndactyli).

Füße schwach und kurz, zwei oder drei Zehen nach vorn gerichtet und durch Haut miteinander verbunden, sodaß der Fuß einen schwachen Klammerfuß darstellt. Schnabel groß, hart.

Familie der Bienenfresser (Meropida). Schnabel lang, spitz, etwas gekrümmt, an dem Grunde etwas scharf gekantet, Flügel lang, spitz; Nasenlöcher zum Theil mit Borsten bedeckt, Füße sehr kurz und schwach. Der Bienenwolf (Bienenfresser, Merops apiaster, Taf. 12, Fig. 14) schwärmt in Oberitalien, schon besonders Bienen, Wespen u. s. w. Kommt vereinzelt bis nach Deutschland. Alle meist schön und lebhaft gefärbt.

Die Familie der Eisvögel (Alcedida) zeichnet sich im allgemeinen durch das große Mißverhältniß zwischen dem Körper und dem Schnabel aus, der sehr lang, spitz, kegelförmig und meist ganz gerade oder wenig gebogen ist. Die kurzen und dicken Vögel haben einen sehr kurzen Schwanz, kurze, rundliche Flügel und sehr schwache Füße (Eisvogel, Alcedo hispida, Fig. 12), an denen die beiden Außenzehen meist in ihrer ganzen Länge verwachsen sind und die Innenzehe oft nur ganz kurz und schwach ist, bald gänzlich fehlt (Kopf des Eisvogels, Fig. 13). Die meist mit lebhaften Metallfarben gezierten Vögel halten sich besonders gern am Ufer fließender Gewässer auf, wo sie stundenlang, ruhig auf Zweigen sitzen und dann plötzlich kleine Fische und Wasserinsekten stoßen.

Unser Eisvogel nistet in Uferlöchern und zeichnet sich durch die metallblauen Deckfedern des Rückens aus. Viele zum Theil große Arten in den südlichen Theilen der Alten Welt, Australiens und Polynesiens.

Die Familie der Rabenvögel (Bucerida) schließt meist große, rabenartige Vögel, mit sehr großem hohlem, seitlich zusammengedrücktem Schnabel, mit gezähnte Ränder übergreifen und auf welchem noch ein besonderer Aufsatz steht, der einem Helm nicht unähnlich ist und hohle Knochenzellen enthält. Bei dieser Familie kommt die größte Zahl von Schwingen in der ganzen Ordnung der Haftzeher, nämlich siebzehn vor. Die Zunge ist kurz und dreieckig, die Zehen nur durch eine kurze Haut am Grunde miteinander verbunden. Die großen Vögel, die ziemlich träge sind, leben in den südlichen Gegenden der östlichen Hemisphäre, hauptsächlich von

ichten, verschmähen aber auch kleinere Am-
ht.

g der Sperlingsvögel (Passeres).
ıhlreichste Ordnung. Meist kleine
t sehr verschieden gestaltetem Schna-
Wachshaut, mit Gang- oder Schreite-

er betrachtet sind die Charaktere rein
Was nicht zu andern Ordnungen
verden muß, gehört zu dieser. Man
h der Bildung des untern Kehl-
ıei Unterordnungen unterscheiden.

ıterordnung der Schreivögel
(Clamatores).
gmuskelapparat fehlt. An den Flügeln zehn
ıgen, von welchen die erste die längste ist.
ien entsprechen häufig solchen der Singvögel.
ıilie der Rakken (Coracida) entspricht der
Raben; der Schnabel ist bald kegelförmig,
rade mit übergebogener Hakenspitze, bald
und dick und der Rachen sehr weit ge-
daß die Vögel befähigt sind, in ähnlicher
Schwalben nach fliegenden Insekten um-
men. Bei einer Gruppe der Familie, die
ıeise in den Waldungen Neuhollands nach
mherschwärmt, ist der Schnabel sogar sehr
ewölbt und das Gefieder dabei, ähnlich wie
der Ziegenmelker, weich und seidenartig.
der Rakken haben gänzlich getrennte Zehen
äufe zeigen vorn Tafeln, hinten und auf
ber ein grobes Netzwerk. Unsere Mandel-
c Rakke (Coracias garrulus, Taf. 12, Fig. 16)
üner Farbe mit braunem Rücken findet sich
n Sandgegenden. Lebt wie Krähen.
der Wiedehopfe (Upupida). Schnabel
dünn, gebogen. Unser Wiedehopf, Upupa
ig. 15), graurötlich mit weißen und
Binden und sehr beweglicher Feder-
dem Kopfe. Sehr possirlicher Vogel, der
nen Insekten in die Höhe wirft, um sie zu
. Wird im südlichen Europa gegessen. Die
ben einen fürchterlichen Aasgestank, der
an den Bälgen haften bleibt. Nistet in
men.
der Kolibris (Trochilida) (Topasko-
aza pella, Fig. 24), bekannt wegen der
hres Körpers und dem mannichfaltigen
, ihres bunten, oft metallglänzenden Ge-
r Schnabel dieser niedlichen, ausschließlich
rn Theilen Amerikas angehörigen Vögel-
z, dünn, schmal, gerade oder schwach ge-
die Ränder des Oberschnabels so über-
er den rinnenförmigen Unterkiefer, daß
ne förmliche Röhre gebildet wird, in wel-
s zur Wurzel gespaltene Zunge wie ein
ampenstengel spielt. Die Hörner des langen
s legen sich in ähnlicher Weise wie bei
n um den Kopf herum und gestatten so
iges Hervorschießen der langen Zunge,
n diese kleinen Bewohner der heißen Zone
n schwebend, kleine Insekten oder Honig-
n Kelchen hervorholen. Ihre Flügel sind
säbelförmig spitz, die Handschwingen aus-
ng, stark und steif, das Brustbein sehr
Kamm außerordentlich entwickelt und das
en ungemein bedeutend. Die Füße sind
nn, die Zehen durchaus frei. Man kennt
rten.

Die Familie der Mauerschwalben (Cypselida) unterscheidet sich von den echten Schwalben, mit welchen sie bisher gewöhnlich zusammengestellt wurde, durch den Mangel des Singmuskelapparates. Der Schnabel ist kurz, flach, breit, der Rachen außerordentlich weit gespalten, die Flügel ganz gebaut wie diejenigen der Kolibris, lang, säbelförmig, sehr steif, die Füße sehr kurz und wahre Klammerfüße, alle Zehen nach vorn gerichtet. Sie benutzen beim Nestbau einen lederigen Speichel, mit dem sie entweder die Materialien zusammenleimen, oder den sie auch allein zum Bau des dünnen, halbkugelförmigen Nestes benutzen. Die Nester der Salanganen (Collocalia esculenta) werden bekanntlich zur Herstellung von Kraftbrühe benutzt und theuer bezahlt. Die Salanganen nisten im Indischen Archipel an senkrechten Felswänden. Unsere Mauerschwalbe oder Spyr (Mauerschwalbe, Cypselus apus, Fig. 23) nistet besonders gern in Mauerlöchern hoher Thürme. Nahrung wie die Schwalben.

Familie der Ziegenmelker (Caprimulgida). Kurzer, platter, dreieckiger, an der Spitze etwas hakiger Schnabel (Kopf des Ziegenmelkers, Caprimulgus, Fig. 22), mit Schnurrborsten. Ungeheuer weite Mundspalte. Eulenartig weiches Gefieder. Nächtliche Vögel, die geräuschlos nach Nachtinsekten umherfliegen. Unser Ziegenmelker (Caprimulgus punctatus, Fig. 21) hat den Namen von seiner Gewohnheit, sich in dunkeln Ställen zu bergen und dort seine Eier auf den Boden ohne Nest zu legen. Eine in Südamerika lebende Art, der Guacharo (Steatornis caripensis), nistet in Höhlen, soll von Früchten sich nähren und hat ungemein fette Junge, die nebst den Eiern zur Gewinnung von Oel dienen.

Familie der Luftröhrenschreier (Tracheophona). Der Kehlkopf wird von dem untern Ende der Luftröhre ohne Beihülfe der Bronchen gebildet. Eine Gruppe, nur aus amerikanischen Formen bestehend, leben etwa wie Spechte (Baumhacker, Anabatida); zu ihnen gehören die brasilianischen Baumläufer (Synallaxis albescens, Taf. 13, Fig. 4), und die Töpfervögel (Furnarius), welche ein Nest aus Erde bauen, das einem Backofen ähnlich sieht. Zu der andern Gruppe, den Wollrücken (Eriodorida), mit wolligen Rückenfedern, gehört der australische Leiervogel (Menura superba, Fig. 5), ein stolzer Vogel, fast von Hühnergröße, mit schönem Leierschwanz, guter Läufer, schlechter Flieger, der wie Hühner nach Insekten scharrt und im Nachahmen aller Arten von Tönen sehr gewandt sein soll.

Familie der Tyrannen (Tyrannida). Ersetzen in Südamerika etwa unsere Finken (Tyrann, Tyrannus intrepidus, Fig. 3). Schnabel stark, breit, Flügel mittellang. Böse Zänker, die sich gegen Raubvögel muthig zur Wehre setzen.

Familie der Schmuckvögel (Ampelida). Schnabel kurz, breit, Nasenlöcher unter den Federn versteckt. Flügel ziemlich lang. Gefieder meist weich, schön gefärbt. Hierher bei uns nur der Seidenschwanz (Bombycilla garrula, Fig. 21), der im hohen Norden lebt und nur in strengen Wintern in Scharen zu uns kommt, röthlich-grau, ausgezeichnet durch die prachtvollen scharlachrothen Blättchen am goldgesäumten Schwanze. Hierher auch das Felsenhuhn von Cayenne (Klippenhuhn, Rupicola crocea, Fig. 2), prachtvoll rothgelb mit über den Schnabel herübergezogener Holle beim Männchen. Weibchen braun. Geberdet sich etwa wie die Birkhühner zur Paarungszeit.

Unterordnung der Singvögel (Oscines).

Der untere, von Luftröhre und Bronchen gebildete Kehlkopf hat die eigenthümlichen Singmuskelpaare, welche nur dieser Unterordnung zukommen. Sonst den Schreivögeln entsprechend; meist Bewohner der Alten Welt.

Die höchste Stufe unter den Singvögeln nehmen ohne Zweifel die Raben (Corvida) ein, meist große, gesellig lebende Vögel in ziemlich einfarbigem Federkleide, die sich sowol von Samen und Früchten, als auch von verschiedenen Stoffen aus dem Thierreiche nähren. Die Schlauheit und Gelehrigkeit dieser Vögel erhebt sie weit über die übrigen stupiden Singvögel, die freilich den Gesang und das schönere Kleid vor ihnen voraushaben. Der Schnabel der Raben ist kegelförmig, stark, seitlich zusammengedrückt, schwach auf der Firste gebogen, gewöhnlich ungekerbt und mit kleiner Hakenspitze versehen, die Nasenlöcher fast vollkommen rund, mit sammtartigen oder Borstenfedern bedeckt; die Flügel sind lang, spitz, mit zehn Handschwingen versehen. Unsere Raben und Krähen (Steinkrähe, Fregilus craculus, Taf. 14, Fig. 13) sind, von ihrem Diebssinne abgesehen, der nur ein ästhetisches Gefühl ist, indem sie glänzende Gegenstände zusammenschleppen, äußerst nützliche Thiere durch Vertilgung von Aas, Insektenlarven u. s. w., weshalb sie auch dem Pfluge nachgehen, sowie durch ihren Widerstand gegen Raubvögel. Die Alpendohlen (Pyrrhocorax alpinus, Fig. 12) sind ausgezeichnet durch rothe oder gelbe dünnere Schnäbel und rothe Beine. Dagegen ist die Elster oder Axel (Pica caudata, Fig. 11) der gefährlichste Feind aller übrigen Singvögel, deren Nester sie zerstört. Nicht minder zerstörend sind in den Wäldern die Heher (Garrulus) mit mehr weichem Gefieder. Heherähnlich durch das weiche Gefieder und den Schnabel ist auch der Pirol (Oriolus galbula, Fig. 2); die Männchen hochgelb mit schwarzem Zügel, Flügel und Schwanz, die Weibchen grün, Zugvogel, der die Kirschen sehr liebt. Unter den auswärtigen sind zu nennen die Paradiesvögel (Paradisea apoda, Fig. 10) von Neuguinea, mit merkwürdig zerschlissenen Federn beim Männchen an Schwanz, Flügeln, Hals oder Brust, und die Laubenvögel (Chlamydera) von Neuholland, die aus Reisern förmliche Lauben mit Alleen bauen, welche sie durch Muscheln, Knochen, glänzende Steine u. s. w. schmücken.

Die Familie der Staare (Sturnida) besteht aus unangenehm schreienden, meist schwärzlich oder gelb gefärbten Vögeln mit kegelförmigem, ganz geradem oder nur sehr schwach gebogenem Schnabel ohne Bartborsten, der nur selten eine schwache Kerbe hinter der Oberkieferspitze hat. Die Läufe sind vorn mit Tafeln, an der Seite mit Stiefelschienen versehen, die indeß nicht immer ganz vollständig bis nach unten hin ausgebildet sind. Nach der Bildung der Flügel kann man zwei Gruppen unterscheiden, indem bei den amerikanischen Gelbvögeln (Icterida), zu denen der Bootschwanz (Quiscalus major, Fig. 8) gehört, nur neun Handschwingen vorhanden sind, während die Staare der Alten Welt gewöhnlich noch eine kurze zehnte Handschwinge zeigen. Die geselligen Stricvögel leben hauptsächlich von Insekten und Sämereien und richten oft durch ihre Menge große Verheerungen in Pflanzungen an. Unser gemeiner Staar (Sturnus vulgaris, Fig. 9) ist sehr nützlich durch Vertilgung von Insekten und Würmern.

Die beiden Familien werden auch unter dem Namen der Großschnäbler (Megalirostra) zusammengefaßt; die folgenden als Kegelschnäbler (Conirostra).

Familie der Finken (Fringillida), Schnabel kegelförmig, an der Wurzel verdickt, etwas gebogen mit gerader oder wenig gebogener Kerbe zum Abschälen und Zerbeißen der harten Kerne dient, von denen sich vorzugsweise nähren, während die Jungen im Nestes mit Insekten genährt werden. Mannichfaltige Schnabels, von dem doppelt gebogenen Kreuzschnabels (Loxia curvirostra, Taf. 12, Fig. 1), der sich von Nadelholzsamen nährt, im Winter brütet, und dem weißen des Kernbeißers (Coccothraustes vulgaris), des Gimpels, Blutfinken oder Dompfaff (Pyrrhula vulgaris, Fig. 7), den dünnern des Sperlings (Passer, Fig. 8) bis zu den spitzigen der Zeisige (Zeisig, Corduelis elegans) und der Ammern. Viele Arten sind als Käfigvögel geschätzt, besonders der Canarienvogel (Fringilla tulanus) und der bei uns heimische Stieglitz (Carduelis coelebs); andere als Nahrungsmittel oder Gartenammer (Emberiza hortulana), besonders afrikanische Formen (Pyrrhula, Vidua paradisea, Fig. 6) als Schmuckvögel.

Die Familie der Tangaras (Tanagra) leben im tropischen Amerika den Finken. Sie haben schöne Farben und am Oberschnabel einen Einschnitt.

Die Familie der Lerchen (Alaudida) zeichnet sich durch einen kegelförmigen, ziemlich stark ungekerbten Schnabel, der meist kaum des Kopfes erreicht und keine Bartborsten, zehn Handschwingen an den Flügeln, vor allen andern Singvögeln dadurch, daß Lauf vorn und hinten getäfelt ist und Stiefelschienen zeigt. Die Hauben Lerche, Alauda arvensis, Fig. 15, Erde nistenden und von Sämereien vögel ist gewöhnlich mit einem Haubenförmigen, spitzen Sporn bewaffnet, ihre Eier tragen sollen, wenn sie Erde befindlichen Neste weggestört; unsere gewöhnliche Feldlerche (Alauda liebt als Sängerin und als Brutvogel lerche (Alauda cristata, Fig. 13), Heidegegenden; die größere Kalander Kalanderlerche, Alauda Calandra, den Steppen, von wo sie zuweilen land kommt.

Familie der Meisen (Parida), sehr lebhafte und zänkische Vögel artigem Gefieder, nähren sich vorzugsweise sonders aber von Insekten, die sie Gesträuchern ablesen. Schnabel krümmt, scharf. Nisten in Baumlöchern meist auch im Winter. Sehr nützlich. Einige, wie die Beutelmeise (Parus Oesterreich und Süddeutschland, und meise (Kopf der Bartmeise, Parus Taf. 14, Fig. 7) verfertigen sehr kunstvolle an Faden aufgehängt werden. Bei die Kohlmeise (Parus major, Fig. Kopf und schwarzem Bruststreifen), kleinere und junge Vögel.

Die folgenden haben einen feinen Priemenschnäbler (Subulirostra).

Familie der Sänger (Sylvida), lebhaften Singvögeln mit an der Schnabel gebildet, der schwache Hierher die besten Sänger, die

n leben. Die große Nachtigall (Luscinia Taf. 13, Fig. 17), oder der Sprosser, mehr n; die weiter verbreitete kleine Nachtigall ulgaris), beide in Gebüschen nistend, Nacht- Roth- und Blaukehlchen (Sylvia rubecula), letzteres im Norden, alle mehr langbeinig; nigern Grasmücken (Curruca cinerea, ie Rothschwänzchen (Ruticilla), die Rohr- lamoherpe) und Steinschmätzer (Saxicola) de; die kleinen Goldhähnchen (Regulus , Fig. 16), mit feuerrothem Scheitel; die rn Zaunkönige (Troglodytes parvulus, fig. 1), beide in Gebüschen, emsig nach ekten suchend.

der Bachstelzen (Motacillida). Schlank, mit langem Schwanze, den sie eigenthüm- d bewegen. Laufen gut, fliegen schlecht, besonders gern an Bächen auf, wo sie In- suchen.

der Flursänger oder Braunellen (Ac- Schnabel, Beine und Zehen kürzer. Nisten de. Im Hochgebirge der Alpenflurvogel lpinus), ein vorzüglicher Sänger.

mit sehr langem dünnen Schnabel (Tenuirostra).

der Baumläufer (Certhida). Schnabel nd dünn, gebogen, Zunge hornig, kurz. ümmt, zusammengedrückt. Klettern mit ickichkeit an Bäumen, Felsen und Mauern wärts nach Insekten. Hierher der schöne fer (Tichodroma muraria, Taf. 14, Fig. 4) ven, mit karminrothen Flecken auf den er Baumläufer (Certhia familiaris), häufig kurz, dick, graubraun; die Baumspechte Blauspechts, Sitta caesia, Fig. 5) mit hnabel.

ie ausländischen, durch Farbenpracht (meist ausgezeichneten Familien der Honigvögel und Honigfresser (Meliphagida), welche d Honig aus großen Blüten saugen.

it ausgeschnittenem Oberschnabel, ten Zahn bildet (Dentirostra).

er Drosseln (Turdida). Schnabel krumm ht gekerbt; Beine kräftig, hoch; Läufe ge- ieder meist düster gefärbt, grau gesprenkelt. Sänger, nähren sich von Insekten und zugsweise von letztern im Herbst, und als Braten sehr geschätzt. Hierher die nsel (Merula vulgaris, Taf. 13, Fig. 19), er besten Sänger, sehr geschickt im anderer Vögel; der Krammetsvogel ris, Fig. 18), vorzugsweise als Nahrung eine Menge anderer. Hierher auch die ottdrossel (Mimus polyglottus) in Nord-

lie der Würger (Lanida) zeichnet sich ndern Singvögeln durch das grausame ß, welches sie einigermaßen den Raub- rt. Die starken und kräftigen Vögel näh- ptsächlich von Insekten, greifen aber auch gel und Säugethiere mit großem Muthe en von der Gewohnheit, die im Vorrath ute auf Dornen aufzuspießen, den Volks- ntödter erhalten. Der Schnabel ist kräftig, nmengedrückt, hakig umgebogen, scharf zu- hinter der Spitze mit einem vorspringen- den Zahne oder einer scharfen Ecke versehen; an der Basis stehen starke, lange Bartborsten. Die Würger haben zehn Handschwingen, von denen die erste zwar immer kürzer ist als die übrigen, aber dennoch oft eine bedeutendere Länge erreicht als dies bei den übrigen Singvögeln der Fall ist. Der Lauf ist vorn getäfelt, seitlich mit Stiefelschienen versehen, die Stimme nicht unangenehm, das Nachahmungstalent bedeutend. Wir haben den großen Würger (Neuntödter, Lanius excubitor, Taf. 14, Fig. 3), schädlich durch Zerstörung von Nestern, die kleinern Arten nützlich durch Vertilgung von Insekten.

Die Familie der Fliegenschnäpper (Muscicapida) umfaßt kleine Singvögel mit breitem, niedergedrücktem Schnabel, dessen Spitze meist hakenförmig umgebogen und hinter dieser Hakenspitze mit einer Kerbe versehen ist. An der Basis des Schnabels stehen gewöhnlich starke, vorwärtsgerichtete Borsten, welche zuweilen zu einer Art Federbusch vereinigt sind. An den Flügeln finden sich stets zehn Handschwingen, von denen die erste bedeutend kürzer, die dritte oder fünfte gewöhnlich die längste ist. Der Lauf zeigt vorn Schuppentafeln, auf der Seite Stiefelschienen. Das Gefieder ist meist seidenartig, selten reich gefärbt. Die kleinen muntern Vögel leben in Hecken und Gebüschen und schnappen meist fliegende Insekten im Stoße weg, ohne sie indeß in ähnlicher Weise zu jagen, wie dies die Schwalben thun. Die Arten der nördlichen und gemäßigten Gegenden ziehen im Winter gegen Süden.

Gruppe der Spaltschnäbler (Fissirostra).

Die Familie der Schwalben (Hirundinida) hat einen breiten, flachen, sehr tief gespaltenen, an der Spitze etwas gekrümmten Schnabel und einen ungemein weiten Rachen, der sich bis hinter die Augen öffnet. Die Nasenlöcher sind länglich, die Bartborsten, welche sich am Grunde des Schnabels befinden, kurz und schwach; die Flügel sehr lang, zugespitzt, mit neun Handschwingen versehen, von welchen die vorderste die längste ist. Die Zahl der Armschwingen beträgt ebenfalls neun. Die Füße sind kurz, kräftig, die mittlere Zehe bedeutend länger, die Hinterzehe zum Unterschiede von den Mauerschwalben, die der Ordnung der Schreivögel angehören, wirklich nach hinten gedreht. Bei einigen Arten sind Läufe und Zehen bis zu den Krallen befiedert, bei andern nackt und dann vorn getäfelt, während die Seiten gestiefelt sind. Das Brustbein hat zwei doppelte seitliche Ausschnitte, ist aber wie der ganze Schulterapparat den langen Flügeln und ihren kräftigen Muskeln entsprechend stark entwickelt. Der schnelle und geschickte Flug der Schwalben, die Sicherheit, mit welcher sie in der Luft schwärmende Insekten schnappen, ist bekannt genug, ebenso ihre Wanderungen nach Süden beim Beginne der kältern Jahreszeit und ihre Rückkehr im Frühjahre, wo das Pärchen sein altes Nest mit großer Sicherheit wiederzufinden weiß. Sie bauen ihre Nester, die meistens aus Erde bestehen, deren Klumpen mittels des Saftes der Kopfdrüsen zusammengeklebt werden, gern an Mauern, Häusern oder in Felsritzen, wobei sie ein seitliches Flugloch lassen.

Unsere Hausschwalbe (Chelidon urbica, Taf. 13, Fig. 20), unten weiß, und die Rauchschwalbe (Hirundo rustica), an der Kehle rothbraun, bauen an und in Häusern, die Uferschwalbe (Hirundo riparia) an Flüssen in Uferlöchern.

Ordnung der Raubvögel (Rapacia).

Kurzer, starker, an der Spitze hakig gebogener, an der Basis mit Wachshaut versehener Ober-

schnabel, der über den Unterkiefer hinübergreift. Wenigstens bis zur Kniebeuge befiederte starke Füße mit langen, unten schwieligen Zehen und scharfen krummen Krallen (Fänge), Flügel lang.

Der Kopf der Raubvögel ist stets kurz, oft auffallend in die Breite gezogen durch die Entwickelung der großen Augenhöhlen; die Hirnkapsel rundlich; der Schnabel stets sehr stark und mit schneidenden, scharfen Rändern. Im allgemeinen ist er um so mehr von der Basis an gekrümmt, je raubgieriger das Naturell ist, deshalb bei den Aasfressenden (Adler, und besonders Geier) an der Wurzel zuerst gerade, bei Eulen und Jagdfalken dagegen unmittelbar gekrümmt. Hinter der scharfen Spitze ist die Schneide mit einem mehr oder minder tiefen Einschnitt und einem Zahne versehen; die Hakenspitze des Oberkiefers greift stets über den gewöhnlich geraden, kurzen Unterkiefer hinüber; an seiner Basis ist der Oberschnabel mit einer Wachshaut bekleidet, in welcher sich die nur selten verdeckten, meist offenen, rundlichen oder ovalen Nasenlöcher befinden. An der Basis des Schnabels stehen außerdem manchmal starke Bartborsten, während in andern Fällen dieselbe ganz nackt ist. Der Hals ist kräftig, oft nur sehr kurz, in andern Fällen länger und dann oft nackt oder nur mit Flaumfedern bekleidet, während bei kurzem Halse die Befederung gewöhnlich über den ganzen Kopf hinweggeht. Die Flügel sind lang, spitz und besitzen durchaus zehn Handschwingen, deren relative Länge bei den einzelnen Familien sehr variirt. Die Armschwingen sind durchschnittlich sehr zahlreich im Verhältniß zu den vorigen Familien, indem man wenigstens 12, gewöhnlich 13 bis 18 und im Maximum sogar 27 findet. Der Schwanz ist breit, gewöhnlich lang, oft ausgezackt und enthält meistens 12, seltener 14 breite, steife Steuerfedern. Die Füße sind außerordentlich kräftig, dick, die Zehen kurz und stark, die langen, gebogenen Krallen sehr scharf und spitzig; immer sind drei Zehen nach vorn, eine nach hinten gerichtet und gewöhnlich die drei vordern Zehen oder wenigstens die beiden innern durch eine kurze Haut miteinander verbunden. Bei einer Familie, den Eulen, ist die äußere Zehe eine Wendezehe und kann vollständig nach hinten geschlagen werden, sodaß ein Kletterfuß gebildet wird. Die Läufe sind nur selten vorn mit Tafeln, gewöhnlich in ihrer ganzen Länge mit netzförmigen Schildern bedeckt. Hinsichtlich der innern Eingeweide ist zu bemerken, daß der Schlund sehr weit, faltig, mit starker Muskelhaut und einem weiten Kropfe versehen, der Magen dagegen groß und dünn ist und jener Muskelmassen und diden Hornlagen entbehrt, die bei den Körnerfressern existiren. Die unverdaulichen Theile der Nahrung (Haare, Federn u. s. w.) werden in Form eines Klumpens (Gewölle) wieder ausgebrochen.

Sämmtliche Vögel dieser Ordnung leben vom Raube, die meisten fangen lebende Wirbelthiere oder begnügen sich auch mit Aas, und nur die kleinern Arten suchen zuweilen in der Noth ihren Hunger mit Insekten zu stillen. Das kunstlose, flache Nest, welches diese Vögel meist auf Bäumen, Felsen oder in Mauerlöchern anbringen, enthält gewöhnlich nur zwei, höchstens vier Eier, aus welchen die Jungen in ziemlich unvollendeter Entwickelung nackt und blind auskriechen und von den Alten lange Zeit gefüttert werden. Die Raubvögel leben stets paarweise und meistens vereinzelt, sodaß jedes Paar einen bestimmten Jagdbezirk hat, eine Regel, wovon nur einige, gewöhnlich von Aas lebenden Gattungen eine Ausnahme machen. Das Gesicht der Raubvögel ist ganz außerordentlich scharf; hoch in den Lüften schwebend entdecken sie ihre Beute, die sie meistens mit rasender Schnelligkeit herabstoßen oder stoßen; nur wenige Arten jagen [illegible] Beute im Fluge nach.

Unterordnung der Nachtraubvögel oder [illegible]

Der Kopf ist verhältnißmäßig breit und [illegible] erscheint bei den lebenden um so größer, als [illegible] facher Federschmuck ihn umgibt und der [illegible] kurz und ebenfalls dick befedert ist. [illegible] runden, mit ungemein beweglicher, vollständig [illegible] haut, die in possirlicher Weise über das [illegible] gefärbte Auge gezogen werden kann, verleihen [illegible] sind ganz nach vorn gerichtet und häufig [illegible] aneinandergerückt, daß sie nur durch [illegible] Scheidewand getrennt erscheinen. Oft nah[illegible] sonderbares Ansehen dadurch erhöht, daß [illegible] einem Kranze von Federn umgeben werden, [illegible] eine Art Trichter bildet. Der Schnabel ist [illegible] aber stark und seiner ganzen Länge nach [illegible] bogen. Die Wachshaut wird von den [illegible] gänzlich verdeckt, sodaß man nur den vor[illegible] Schnabelhaken sieht. Der Kranz von Federn, [illegible] die Schnabelwurzel bedeckt, die Augen [illegible] nach hinten sich über die Ohröffnung herüber[illegible] der Schleier genannt; die Ohröffnung selbst [illegible] von einer nackten Haut umgeben und kann [illegible] häutigen Klappe geschlossen werden, sodaß [illegible] Rudiment eines äußern Ohrs gebildet wird, [illegible] noch durch einen Bündel von Federn verhüllt, [illegible] die hinter demselben stehen und gewiß zum [illegible] der Schallwellen bestimmt sind. Das Gefi[illegible] äußerst weich, wollig und aufgedunsen, der [illegible] halb durchaus geräuschlos. Die starken, hinten [illegible] tralligen Füße sind bis zu den Krallen befiedert, [illegible] vordern Schwungfedern am äußern Rande [illegible] die äußere Zehe, wie schon erwähnt, eine [illegible] die nach hinten gedreht werden kann. [illegible] jagen in der Dämmerung und nachts; [illegible] dem Lichte zu, wie alle Nachtthiere; haben [illegible] unheimliche, tief dröhnende oder gellende [illegible] zu den Sagen vom wilden Jäger Veranlassung geben hat; nisten kunstlos an dunkeln Orten, [illegible] löchern, Mauerspalten und Höhlen; sind [illegible] die intelligentesten Raubvögel und lassen [illegible] zähmen. Bei Tage werden sie, da sie geblendet [illegible] scheu sind, von allen andern Vögeln gemobbt [illegible] plagt, was auch zur Jagd in der Krähenhütte benutzt wird, indem man einen gefesselten Uhu [illegible] freien, von Bäumen umgebenen Platz bringt, [illegible] die Krähen und Raben sich zur Verfolgung [illegible] Mit Ausnahme des Uhu, der der Jagd [illegible] fügt, sind alle Eulen höchst nützliche Thiere, [illegible] sonders durch Vertilgung von Mäusen und [illegible] nächtlichen Ungeziefer uns vor Schaden [illegible]

Familie der Ohreulen (Bubonida). [illegible] Ohr mit großen Federbüscheln, dahinter [illegible] Schleier. Hierher unsere größte Eule, der Uhu (Bubo maximus, Taf. 14, Fig. 14) oder Auf, [illegible] groß wie ein Adler, selten, in großen Wäldern, [illegible] selbst Hasen und junge Rehe an. Mehrere Abänderungen der Größe durch die Waldohreule (Strix otus), [illegible] Sumpfohreule (Strix brachyotis), bis zur [illegible] Zwergohreule (Ephialtes scops) in den Mittelländern.

Familie der Nachtkäuze (Syrnida). Schleier [illegible] gebildet, kein Ohrbüschel. Hierher unser Waldkauz (Syrnium aluco, Fig. 15), rothbraun [illegible] grau, in Wäldern, und die schöne röthlichgelb [illegible]

Schleiereule (Strix flammea) in Gebäuden
n.
der Tagkäuze (Surnida). Kein äußeres
ausgebildeter Schleier, schlankere Gestalt.
eniger das Tageslicht, jagen schon in früher
ig und selbst an trüben Tagen. Hierher
rdische Harfang (Surnia nyctea), von der
Uhu, weiß mit dunkeln Flecken; die eben-
ische, häufiger zu uns in kalten Wintern
Sperbereule (Surnia nisoria), dem Sperber
d die Zwergeule (Surnia passerina), kletternd
Schnabel; bei uns, häufiger im Süden, das
en (Athene noctua), der Vogel der Minerva,
ers gern erleuchteten Fenstern zufliegt, des-
envogel, da der Bauer nur bei tödlicher
z oder bei der Leichenwacht nachts Licht

onung der Tagraubvögel (Diurna).
efieder ist straff, der Flug sogar scharf
die Augen mehr zur Seite gestellt,
abel nackt, nicht in den Federn ver-
Weder Schleier noch Ohrbüschel.
ist länger. Weit zahlreicher als die
Weibchen stets größer als die Männ-
meist dunkler gefärbt sind.
milie der Falken (Falconida) begreift die
und kräftigsten Raubvögel, die allein von
Thieren sich nähren. Der dicke Kopf und
als sind durchaus befiedert, der Schnabel
, fast immer von der Wurzel an gekrümmt,
seitlich gestellt, von einer vorspringenden
e überwölbt, sodaß das Auge tief im
liegen scheint. Die Zügelgegend mit kurzen
oder Borsten besetzt, die Flügel lang, spitz,
nz ziemlich lang, die Krallen der Füße stark
und sehr scharf. In der äußerst zahlreichen,
ganze Erde verbreiteten Familie kann man
besondere Gruppen unterscheiden: die Edel-
Falco), mit gedrungenem Körper, langem,
ügel, an dem die zweite Handschwinge die
, während die erste ihr wenig nachgibt, und
haus gekrümmtem, starkem Hakenschnabel,
en scharfer Spitze ein Zahn sich befindet; es
diese Gruppe die Falken, welche man früher
abrichtete, wie der abgebildete Jagdfalke
candicans, Taf. 15, Fig. 4), der im
Hause, weiß mit braunen Flecken; der
mehr nordische Würgfalke (Falco lanarius);
utschland heimische Wanderfalke (Falco pere-
nd Baumfalke (Falco subbuteo) oder Lerchen-
alle in Ermangelung isländischer Falken
r Beize abgerichtet wurden. Ferner die
Röthelfalke (Falco cenchris), Thurmfalke
nunculus), die im Nothfalle sich auch mit
sekten (Heuschrecken u. s. w.) sättigen, meist
e Vögel jagen und deshalb schädlich sind.
ichte (Astur), mit stark gekrümmtem, am
reitem, sehr scharfhaligem Schnabel, längern
d sehr spitzen Krallen, wozu der Plünderer
Hühnerhöfe, der Taubenhabicht (Astur
ius, Fig. 3) und der Sperber (Nisus
s) gehört; die Gabelweihen (Milvus), mit
n, langhakigem Schnabel, kurzen Krallen und
hen und langem Gabelschwanze; hierher die
he Gabelweihe (Milvus regalis), die schön
auch auf Fische stößt, und der schlanke grau-
Bespenbussard (Pernis apivorus), der sich vor-
von Insekten, Eidechsen u. s. w. nährt und
ugen mit den aus den zerstörten Nestern der Hummeln, Wespen und Bienen genommenen Jungen füttert. Die Weihen (Circus), mit kleinem, schwachem Schnabel, langen dünnen Beinen und Zehen, schlankem Körper, hauptsächlich Mäuse- und Froschvertilger, wie die blaue Weihe (Circus cyaneus), während die Rohrweihen (Circus rufus) auch Fische und Wasservögel jagen. Die Bussarde (Buteo), Körper plump, dick; Kopf breit; Schnabel ohne Zahn; Flügel spitz; Schwanz kurz; Läufe hoch; Zehen kurz und schwach; Krallen meist abgeschliffen. Meist träge Vögel, die besonders auf Baumstumpfen, Wegesteinen u. s. w. auf Mäuse lauern, die sie aus der Erde herausholen. Die Adler (Aquila), meist große Vögel mit hohem, aber an der Wurzel geradem Schnabel, der den Uebergang zum Geierschnabel macht und keinen Zahn besitzt; mit stumpfen abgerundeten Flügeln, deren vierte oder fünfte Schwinge die längste ist; Lauf meistens von Hosen (lockerm Schenkelgefieder) bedeckt. Der Flug nicht gewandt in Wendungen, aber schön schwebend in Kreisen und sausend im Stoß. Die meisten Adler nähren sich ebenso viel von Aas, als von lebender Beute. Hierher die Fischadler (Haliaëtus fluvialis) auf Flüssen und Seen, und die Seeadler (Haliaëtus albicilla, Taf. 14, Fig. 20), mit weißem Schwanz, im Norden von Europa; Haliaëtus leucocephalus, mit weißem Kopf, in Nordamerika; der Schlangenadler (Circaëtus brachydactylus, Fig. 21), ohne Hosen; unter den Hosenadlern der kleinere Schreiadler (Aquila naevius), der größere Kaiseradler (Aquila imperialis), im Süden, besonders im Atlas, und bei uns die größte Art, der Steinadler (Aquila fulva, Fig. 19), der bis 3 Fuß und mehr mißt.

Familie der Stelzfalken (Gypogeranida). Körper und Hals schlank und lang; Kopf breit; der Schnabel stark, von Grund aus gebogen, ohne Zahn, mit sehr großer Wachshaut; Flügel und Schwanz lang, an erstern die fünf ersten Schwingen gleich lang, und am Handgelenk stumpfe, vorstehende Hornsporen; Beine und besonders Läufe sehr lang, nackt, wie bei Stelzvögeln, mit kurzen Zehen und kaum gekrümmten Krallen. Nur eine Gattung und Art, der afrikanische Kranichgeier oder Secretär (Gypogeranus serpentarius, Taf. 15, Fig. 5), ein unermüdlicher Schlangenvertilger, mit einem Federbusch im Nacken, als habe er eine Feder hinter das Ohr gesteckt. Den giftigen Schlangen hält er den spornbewaffneten Flügel wie ein Schild vor und greift sie mit seltsamen Geberden und Sprüngen an, bis er ihnen den Kopf zerhackt. Jetzt auch auf den Antillen acclimatisirt.

Den Uebergang von den Adlern zu den Geiern bilden die Lämmergeier (Gypaëtida), Bewohner der europäischen und asiatischen Hochgebirge, die mit dem an der Basis geraden, dann luppig gekrümmten Schnabel der Geier, mit den hochliegenden Augen und den wenig gekrümmten Krallen derselben die Befiederung des Kopfes und Halses verbinden, welche man bei den Falken wahrnimmt, denen sich diese Vögel auch durch ihre Lebensart nähern, indem sie hauptsächlich nur auf lebende Thiere Jagd machen. Der Lämmergeier oder Bartgeier (Gypaëtus barbatus, Fig. 1) ist der größte Raubvogel der gemäßigten Zonen, der dem Condor nur sehr wenig an Größe nachgibt, Lämmer und Zicklein von Ziegen und Gemsen raubt und große Knochen hinabschlingt, die er auch verdaut. Aas verschmäht er sowenig als der Adler.

Familie der Geier (Vulturida). Meist große, selbst sehr große Vögel mit langem Hals, der ebenso wie der Kopf nackt oder mit kurzem Flaum bedeckt ist. Häufig fleischige Auswüchse am Kopfe oder Flaumenkragen am Nacken. Schnabel lang, erst gerade, nur

an der Spitze gebogen und dort auch meist als Kuppe erhoben. Die Flügel sind groß und breit, abgerundet, die Füße lang, die Zehen schwach und lang, aber die Krallen nicht so krumm und scharf als bei den Falken. Die echten Geier mit nacktem Kopf und Hals und flachliegenden Augen leben meistens in Scharen zusammen, nähren sich hauptsächlich von Aas und werden dadurch in heißen Ländern sehr nützlich. Es sind träge Vögel, die stundenlang mit hängendem Kopfe ruhig sitzen, bis sie eine Beute gewahren, von der sie mit unersättlicher Gier oft so viel verschlingen, daß sie zum Fluge fast unfähig werden. Sie schweben und kreisen noch schöner und höher als die Adler. Hierher der größte jetzt lebende fliegende Vogel, der Condor (Sarcorhamphus gryphus, Taf. 14, Fig. 16), mit stark kuppigem Schnabel, Fleischauswüchsen und einer weißen Dunenkrause am Anfange des langen, fast nackten Halses, der in den höchsten Gebirgen Südamerikas ähnlich lebt wie der Lämmergeier in den Alpen. Der schön gezeichnete Geierkönig (Sarcorhamphus Papa) in Brasilien und Mexico; die amerikanischen Aasgeier mit nacktem Gesicht (Cathartes); ferner die Geier der Alten Welt, der graue, die Adler weit an Größe übertreffende Wüstengeier (Grauer Geier, Vultur cinereus, Fig. 17), mit zerschlissener Halskrause, in Afrika, und der kleine Aasgeier (Neophron percnopterus, Fig. 18), der auch in Südeuropa nistet.

Ordnung der Girrvögel (Gyrantes).

Schnabel gerade, weich, nur an der Kuppe hornig, mit aufgetriebenen Klappen an den im weichen Theile liegenden Nasenlöchern. Stark drüsiger Kropf, der eine milchige Flüssigkeit absondert, womit die Jungen im Neste, die keine Dunen haben, ernährt werden.

Familie der Zwergdronten (Didunculida). Schnabel einem Geierschnabel ähnlich, aber am Grunde weich, mit starker Kuppe und stumpfer Spitze über den Unterschnabel übergreifend (Didunculus strigirostris, Taf. 15, Fig. 6), der zwei starke Zähne hat; die Nasenlöcher schräg im weichen Theile; Flügel mäßig; Schwanz kurz; Lauf stark, Zehen lang, Krallen krumm. Ein sehr seltener Vogel, auf den Navigator-Inseln, der aber mit dem auf Isle de France seit zweihundert Jahren ausgestorbenen Dronte oder Dodo (Didus ineptus), der nicht fliegen konnte und von Truthahngröße war, die meiste Aehnlichkeit hat.

Die Familie der Tauben (Columbida) ist scharf begrenzt durch die ausgezeichnete Bildung des Schnabels, welcher ziemlich lang und schwach ist, eine vordere Kuppe hat, dann abgesetzt ist und sich mit einer neuen kuppenförmigen Wölbung erhebt, die durch eine Knorpelschuppe bedingt ist, welche die Nasenlöcher bedeckt und selbst wieder von einer nackten, weichen, meist warzigen Haut überzogen wird. Die Flügel sind lang, spitzig und haben durchgreifend 10 Handschwingen und 11 bis 15 Armschwingen, während der Schwanz fast allgemein 12, sehr selten 16 Steuerfedern zeigt. Die Füße sind kurz, die Zehen lang, gänzlich gespalten, ohne Spannhaut, die Außenzehe zuweilen mit der mittlern an ihrer Wurzel verwachsen, die Hinterzehe lang, vollkommen ausgebildet, berührt mit der ganzen Unterfläche den Boden beim Auftreten. Der Lauf ist nur selten gekörnt oder mit netzförmiger Hornhaut begleitet, gewöhnlich finden sich deutliche schuppige Schilder auf der Vorderseite, die indessen nie zu förmlichen Stiefelblättern verschmelzen. Die Tauben leben bekanntlich in Monogamie, aber zugleich in größern Gesellschaften, vorzugsweise in Wäldern, wo sie ihre kunstlosen Nester auf
Einige Arten, die sich durch die
ihrer Füße den Hühnervögeln nähern
oft die Tauben als besondere Fa
leben mehr auf der Erde und ba
Sträuchern. Die meisten Arten le
auf einmal, brüten aber mehrmal
welchem Geschäfte Männchen und W
Fast alle fliegen äußerst geschickt
wandern zuweilen in ungeheuern
doch nur auf beschränkte Entfernu
sich hauptsächlich von Sämereien
und füttern die anfangs blinden u
losen Jungen mit dem im Kropfe a
Sie sind über die ganze Erde ver
hühnerähnlichen Arten mehr in sud
Bei uns finden sich in den
schene Ringeltaube (Palumbus
die größte der einheimischen
kleinere Holztaube (Columba
selben Fig. 8). Unsere Haustau
ordentlich vielen Varietäten stam
nachgewiesen hat, alle von der Fel
livia) ab, welche an steinigen, na
siedelt und vom Norden Europas
hin heimisch ist. Sie wurde im
Tausenden von Jahren gezüchtet u
rietäten sind schon in den ältesten
dier erwähnt. Bekannt ist auch di
Wandertaube (Ectopistes migrato
Züge in den Waldungen in ungehe
nimmt, und die schönen, großen Kro
aus Neuguinea, jetzt eine Zierde u
Man kennt über 200 Arten von T

Unterklasse der Nestflüchter

Die Jungen verlassen das Nes
dem Ausschlüpfen und suchen ihr
Anleitung der Alten.

Ordnung der Hühnervöge

Meist schwere Vögel mit ab
zen Flügeln, kurzem Schnabe
mit einem kuppenförmig ab
über den Unterschnabel übergr
Zehen lang und stark, Nägel
Die meist großen und schweren
Ordnung bilden, besitzen einen stark
der stets kürzer als der Kopf u
ganzen Länge, bald nur vorn k
Die Ränder und die Spitze des O
über den Unterschnabel herüber,
erstern wird meist noch dadurch
Nasenlöcher mit einer hornigen o
Schuppe überwölbt, theilweise bedec
einer Wachshaut umgeben sind.
man an dem Kopfe verschieden gele
sowie Kämme und Fleischauswüchs
erectilen Gewebe gebildet sind und
Blut strotzend anfüllen. Die Flüge
sind verhältnißmäßig kurz, der F
selten anhaltend, gewöhnlich sehr
niedrig; das Gefieder ist straff, of
Farben und lebhaftem Metallglanze g
oft ungemein entwickelt und fähig,
und entfaltet zu werden. Die Be
lerer Höhe, sehr stark und kräftig,
zuweilen selbst bis zu den Zehen
stets finden sich drei kräftige Vorderz
meist platten Nägeln, die entweder

e durch eine kurze Haut verbunden sind; Zehe ist stets nach hinten gerichtet, meist ach und rudimentär und in ähnlicher Weise lfterklaue mancher Säugethiere in einiger dem Boden angeheftet. Nur bei denjenigen , welche vorzugsweise gern auf Bäumen seltener auf die Erde kommen, steht eine vierte Zehe im gleichen Niveau mit den Bei den Männchen der meisten Gattungen außerdem noch in einiger Höhe über dem starker, oft sehr spitzer und scharfer Sporn nach innen und hinten gewendet ist und den orzugsweise als Waffe dient. Die meisten ser Ordnung halten sich stets auf der Erde, Heiden und in niedern Holzbeständen auf, kunstloses Nest gewöhnlich auf flacher Erde Der Hahn hat eine größere Anzahl von m sich, welche einzig das Brütegeschäft voll- Die Jungen nähren sich anfangs mehr von und Würmern, während sie später härtere n vorziehen, die meistens mit den starken us der Erde hervorgescharrt werden. Fast sind äußerst leicht zähmbar und werden so- wohlschmeckenden Fleisches als der Eier wegen als Hausgeflügel gezüchtet, während andere geschätztes Wild und noch andere Schmuck- erer Hühnerhöfe und Thiergärten sind.

der Steppenhühner (Pteroclida). Körper , Schnabel kurz, schwach gekrümmt; Flügel hwanz lang, keilförmig; Zehen kurz, Hinter- mentär. Leicht fliegende Steppenvögel, die aufen und zuweilen, wie die abgebildete Art enhuhn, Syrrhaptes paradoxus, Taf. 15, bis nach Europa aus Asien herüberkommen. Arten in Africa.

ie der Rauhfußhühner (Tetraonida). Körper schwer; Kopf klein, vollständig befiedert, mit ne zuweilen einer kleinen Stelle über dem Schnabel kurz, stark gekrümmt; Flügel kurz, Füße spornlos, meist bis zur Fußwurzel und zu den Zehen befiedert; Hinterzehe schwach , höher gestellt als die andern. Scheue, gezähmte Vögel, die in Wäldern und Feldern s leben, von einem alten Männchen geführt. st geschätzt als Wildpret.

e der Waldhühner, mit kurzem, am Grunde Schnabel, die Nasenlöcher mit kleinen Federn t. Hierher unser Auerhahn, das Männchen (Auerhahn, Tetrao urogallus, Fig. 12), ebchen (Auerhuhn, Tetrao urogallus, braungelb gesprenkelt, in dichten Wäl- ihrt sich von Beeren und Sprossen, balzt hjahre; der Birkhahn (Tetrao tetrix, oder Spielhahn, mit ausgeschweiftem Ga- z, auf lichten Waldstellen und Heiden; rfelhuhn (Bonasia sylvestris, Taf. 16, auf buschigen Berggehängen; die Schnee- Lagopus alpinus, scoticus) im Norden und n Gebirgen über der Waldgrenze, im Winter rdend. Gruppe der Feldhühner, mit nackter ube, kurzem Schwanz, wozu unser graues Feld- ebhuhn, Perdix cinerea, Taf. 15, Fig. 15) rothe (Perdix rubra) im südlichen Europa, ern, nur ausnahmsweise im Walde, und die hren Schlag bekannte Wachtel (Coturnix is, Fig. 11), die trotz ihres schlechten im Herbst über das Mittelmeer zieht und im r zu den Feldern zurückkehrt, wobei Millionen en, besonders durch die Jagd in den Mittel- enden.

Familie der Hühner (Phasianida). Kopf und Wangen mit nackten Hautstellen, Fleischauswüchsen, Kämmen, Federbüschen; Schnabel und Füße mittellang; Sporen an den Füßen des Männchens, das durch den Glanz und die Farbenpracht seines Gefiebers und durch die Entwickelung der Schwanzfedern sich besonders auszeichnet. Das Magazin, aus welchem sich unsere Hühnerhöfe ergänzen. Unser Haushuhn mit seinen unendlichen, durch Züchtung hervorgebrachten Varietäten stammt wahrscheinlich von einer indischen Art (Gallus bankiva); der Truthahn von einer noch in Nordamerika wild in Wäldern lebenden Art (Truthahn, Meleagris gallopavo, Fig. 16). Hierher ferner die Fasanen (Phasianus) mit langem Schwanze, dessen Federn am Ende zugespitzt sind, der gemeine Fasan aus Kolchis stammend, der Goldfasan (Thaumalea picta, Fig. 17) aus dem nördlichen, der Silberfasan (Gallophasis nycthemerus) aus dem südlichen China. Hierher ferner die Pfauen (Pavo) mit an der Spitze verbreiterten Federn des langen Schwanzes, der gespreizt wird; unser gewöhnlicher Pfau (Pavo cristatus), aus Indien, der Argusfasan (Argus giganteus), aus Südamerika; dann die Perlhühner (Perlhuhn, Numida meleagris, Taf. 16, Fig. 1), alle aus Afrika, mit kurzem Schwanz und getüpfeltem Gefieder.

Familie der Großfüßer (Megapodida). Beine hoch, mit großen, langen und starken Zehen. Neuholländer. Sie legen sehr große Eier in Dunghaufen und lassen sie dort ausbrüten (Talegalla).

Familie der Hokkohühner (Cracida). Große Hühner ohne Sporn, welche durch die Entwickelung eines einfachen, langen, ausstülpbaren Penis sich mehr den straußartigen Vögeln nähern. Die etwa die Größe eines Truthahns erreichenden Vögel (Hokko, Crax alector, Fig. 3) leben und nisten auf Bäumen und haben in Uebereinstimmung mit dieser Lebensart eine lange, starke Hinterzehe, die mit den Vorderzehen in gleicher Höhe steht. Der Schnabel ist sehr stark, krumm gewölbt, mit scharfer Spitze; Augengegend und Oberkehle meist nackt und oft mit Federbüschen oder Auswüchsen geziert; der Sporn fehlt ihnen ganz allgemein; ihr Schwanz ist lang und abgerundet, die Flügel zum Unterschiede von den Riesenvögeln durchaus wohlgebildet und mit kräftigen Schwungfedern versehen. Die Familie ist nur auf Südamerika beschränkt. Dieselbe Bildung der Begattungsorgane zeigen die südamerikanischen Steißhühner (Crypturida), langhalsige Thiere mit langem Schnabel, die den Rallen ähnlich sind und auf Heiden leben.

Ordnung der Laufvögel (Brevipennes).

Flügel verkümmert; Brustbein ohne Kamm; Gabelknochen rudimentär; starke, hohe Lauffüße mit wenigen dicken Zehen und platten Nägeln. Können nicht fliegen.

Der wesentlichste Charakter dieser Ordnung, welcher die größten Vögel angehören, besteht in der Verkümmerung der Flügel, deren Knochen zwar nicht fehlen, aber entweder ganz unter dem übrigen Federkleide versteckt oder mit fahnenlosen Schwungfedern versehen sind, welche der Luft durchaus keinen Widerstand leisten können. Die meist sehr großen Vögel sind deshalb gänzlich unfähig zu fliegen und einzig auf ihre Füße als Bewegungsorgane angewiesen. Ihre Knochen unterscheiden sich deshalb auch von denen der meisten übrigen Vögel durch den fast gänzlichen Mangel der Luftzellen, sowie ihr Brustbein in Uebereinstimmung mit der rudimentären Ausbildung der Flügelmuskeln eines Kammes gänzlich entbehrt

und nur eine breite, gewölbte Platte bildet. Der Schnabel der Laufvögel (Kopf des Straußes, Struthio, Taf. 16, Fig. 8) ist meist kurz, abgeplattet, dreieckig mit stumpfer Spitze, oder sehr lang und dünn; die Nasenlöcher in der Mitte oder ganz vorn an der Spitze desselben gelegen, Kopf und Hals gewöhnlich nackt oder mit kurzem Flaum bedeckt. Der Schwanz hat entweder gar keine Steuerfedern, oder nur einen Busch zerschlissener, mehr haararartiger Federn; die Füße sind lang, hoch, außerordentlich kräftig, die Schenkel dick, ihre Muskeln sehr stark, die Zehen kurz, breit, mit schwieliger Sohle (Fuß des Straußes, Fig. 9) und platten Nägeln versehen, die Hinterzehe fehlt entweder ganz oder zeigt nur einen ganz kleinen, unbedeutenden Stummel, bei den meisten sind drei, bei dem afrikanischen Strauße, dem größten Vogel überhaupt, nur zwei Zehen entwickelt. An dem Schädel bleiben die einzelnen Knochen lange getrennt; das unbeweglich verschmolzene Kreuzbein umfaßt eine sehr große Anzahl von Wirbeln und das Becken ist sehr verlängert. Der Urin wird gesondert abgelassen, nicht wie bei den andern Vögeln mit dem Kothe. Die Männchen haben entweder eine Ruthe, wie die Hokkohühner, oder sogar, wie beim afrikanischen Strauße, einen Schwellkörper in derselben. Die Lebensart ist sehr verschieden.

Familie der Strauße (Struthionida). Der Kopf ist klein, der Hals sehr lang, die Beine sehr hoch. Der Kopf wenigstens, zuweilen auch der Hals, ist nackt oder mit kurzem Flaum bedeckt, die Ohröffnung steht vor. Laufvögel der Ebenen und Wüsten, die in kleinen Trupps zusammenleben, ihre großen und schweren Eier in ein gemeinschaftliches Nest, meist nur eine Höhlung im Sande, legen und dasselbe so bebrüten, daß die Hennen bei Tage abwechseln, der Hahn aber bei Nacht brütet und das Nest vertheidigt. Der afrikanische Strauß (Struthio camelus, Fig. 7) hat nur zwei Zehen, von welchen die innere die längste ist, breiten, platten Schnabel, beflaumten Hals und eigenthümlich zerschlissene, lange weiche Federn an den rudimentären Flügeln und dem Schwanze. Er ist auf die Ebenen und Wüsten Afrikas beschränkt, wird mit untergelegten Pferden müde gehetzt und der Federn wegen jetzt auch am Cap gezüchtet. Der südamerikanische Strauß oder Nandu (Rhea americana, Fig. 10), dem vorigen in allem andern ähnlich, aber mit drei Zehen und ohne die zerschlissenen Federn an Flügeln und Schwanz, weit kleiner, lebt in den Pampas Südamerikas durchaus so wie der Strauß. Eine dritte Gruppe, in Oceanien und Australien heimisch, hat ebenfalls drei Zehen, keinen Schwanz, aber einen seitlich etwas comprimirten Schnabel, im Flügel fünf steife fahnenlose Kiele und Federn mit einem langen Afterschaft und langer loser Fahne, die doppelt erscheinen und wie ein grobhaariges Vlies über den Körper hängen. Hierher gehört der Emu aus Neuholland (Dromaius Novae Hollandiae), der äußerlich dem Nandu sehr ähnlich sieht, und die Kasuare aus den Sunda-Inseln (Kopf des Kasuars, Casuarius galeatus, Fig. 5), mit nacktem Kopf und Hals, an dem Fleischlappen angebracht sind, und einem helmartigen Aufsatze auf dem Schnabel, der sich über den Kopf hinaufzieht.

Familie der Kiwi-Kiwi (Apterygida). Der ganze Körper dieser Vögel, von denen man jetzt drei Arten kennt, ist mit langen, haararartigen Federn bedeckt, ähnlich denjenigen des Kasuars (Kiwi-Kiwi, Apteryx australis, Fig. 11), welche die kurzen, stummelartigen Flügel gänzlich verstecken. Der Vogel hat einen langen, runden, weichen Schnabel, ähn
an dessen vorderm Ende die
schließbaren Nasenlöcher stehen
drei Vorderzehen und einer r
gerichteten Hinterzehe. Der
Größe eines Huhns erreicht
Wäldern Neuseelands in Er
nachts seiner aus Würmern b
man jagt ihn bei Fackelschein
nicht entgehen kann, da er ein
keit besitzt. Er legt nur ein
heuer großes Ei, das etwa e
des ganzen Vogels beträgt.

Zu dieser Gruppe gehören
Riesenvögel Neuseelands, von
genannt (Dinornis).

Ordnung der Stelzvög

Hals und Beine lang
meist nur bis zur Hälfte
fiedert. Flügel gut ent

Im allgemeinen Habitus
unterscheiden sich die Stelz-
ersten Blick durch die kräftige
die meist einen raschen und
falls aber sehr ausdauernden
Vögel nehmen dabei eine eige
sie den langen Hals nach v
nach hinten wagerecht ausstrec
sehr verschiedene Formen, ist i
der Kopf, selten abgeplattet,
Die Länge des Halses steht
jenigen der Beine; derselbe
selten nackt, meist befiedert.
straff an, ähnlich dem der W
düstere, selten hellere Farben,
wiegt, aber fast nie Metall
einzelne Arten mit schönen Fe
Schmuckfedern und ähnlicher
unverhältnißmäßig lang, bef
grobem Netzwerk überzogen,
Unterschenkel gewöhnlich zur H
sich bei kürzern Füßen manch
beuge, aber nicht darüber hi
meist sehr lang, gerade, dün
versehen, selten ringsum mi
säumt, meist aber entweder
äußern an ihrem Grunde mit
sammengeheftet. In der Entw
herrscht eine sehr große Versch
ganz fehlt, bald eine ziemliche
lich aber doch nur rudimentär
Sporn trägt. Die meisten Vög
sich an flachen Ufern der Gew
morastigen Gegenden auf, wo
umherwaten und ihre aus
Wasserthieren bestehende Nahr
die Gewohnheit, stundenlang
eingezogenem Halse still zu stel
sich in Gefahr, indem sie sic
trauen, einige indeß sind äuß
fliegen nur selten, sodaß ma
kam. Die meisten sind Stri
im Sommer an ihren nordis
im Winter aber in wärmer
leben meist paarweise, verein
größern Gesellschaften. Nester
an der Erde. Bei denjenigen
Bäumen oder Häusern nisten (

noch lange im Neste und werden von den
tert.

der Hühnerstelzen (Alectorida). Schnabel
ens so lang als der Kopf, stark, kuppig ge-
hakiger, über den Unterschnabel herüber-
Kuppe, Flügel kurz; Schwanz verschieden;
das Aussehen von schweren Hühnervögeln.
scheiden sich aber dadurch, daß die Unter-
bis zur Hälfte unbefiedert sind. Die Läufe
und stark, die Zehen ganz frei oder nur
e geheftet, kräftig, lang, die Hinterzehe
g entwickelt und zuweilen mit einem schar-
versehen. Die meisten Vögel dieser Fa-
theils in Gehölzen, theils in trockenen,
enden vorzugsweise von Sämereien, weniger
en oder andern Thieren und sind äußerst
läufer, welche nur selten und schwerfällig
ie Trappen repräsentiren die Familie in
Welt. Die große Trappe (Otis tarda), über
r hoch, der Körper von der Größe eines
; die Zwergtrappen (Otis tetrax, Taf. 16,
leben besonders im Südosten Europas in
nd Ebenen, halten sich truppweise, werden
n gejagt, früher mit Falken gebaizt, nähren
sweise von Sämereien.

südamerikanische Gattungen werden ihres
egen gezähmt und den Hühnerheerden bei-
elche sie mit Schnabelhieben und Schlägen
nten Flügels gegen Angriffe des Raubzeugs
sch zu vertheidigen wissen. Zu diesen Hirten-
hört der Agami (Psophia crepitans, Taf. 17,
mit kurzem, von den Deckfedern überragtem
und eigenthümlich trompetender Stimme,
Aniuma (Palamedea cornuta, Fig. 2),
artigem Auswuchs am Schnabelgrunde und
fen Sporen am Flügel. Ferner kann man
Seriema (Dicholophus cristatus, Taf. 16,
rechnen, mit starkem, an der Spitze etwas
kümmtem Schnabel und einem Schopfe darauf,
gt, den Boden nicht berührender Hinterzehe,
mit eigenthümlich gestaltetem, kurzem Schna-
kurzen Beinen ohne Hinterzehe versehenen
Vogel (Chionis alba, Fig. 16) der süd-
lichen Küsten.

e der Kraniche (Gruida). Nesthocker. Schnabel
g, um die Nasenlöcher verengt, oben einge-
dem Schädel abgesetzt, Hals und Flügel lang;
ngen und Decken zuweilen zerschlissen, lang
gend, Läufe sehr lang; Schwanz kurz; Zehen
erher der gewöhnliche Kranich, der hoch in
oft nur durch die Trompetersstimme bemerk-
Frühjahr nach Norden, im Herbst nach Süden
viele prachtvolle, sehr große Arten, zum Theil
ka und Südasien, die eine Zierde unserer
ind, einige mit Federbüschen auf dem Kopfe
s Kranichs, Grus cinerea, Taf. 17, Fig. 5).

e der Reiher (Ardeida). Der Schnabel
gel ist lang, hart, meist dick und stark an
s, gewöhnlich kegelförmig zugespitzt, zuweilen
it abgeplattet, mehr oder minder löffelförmig
ch sonst von seltsam abweichender Gestalt.
gend, Zügel, zuweilen der ganze Kopf und ein
s Halses nackt oder mit eigenthümlichen Federn
kt. Der Hals ist lang, oft schlangenartig, ge-
dünn, zuweilen ziemlich verdickt, die Flügel
die Füße sehr hoch, dünn, stelzenartig, die
he meist vorhanden, aber kurz, die Vorder-
urt, gewöhnlich mit breiter Bindehaut versehen.
sthocker. Hierher die eigentlichen Reiher (Ar-
mit spitz kegelförmigem, scharfrandigem Schnabel,
durchaus befiedertem Halse und meist verlängerten Schopffedern im Nacken; arge Fischräuber. Hierher unser gemeiner Reiher (Kopf des Reihers, Ardea cinerea, Fig. 7), der gemeinschaftlich auf hohen Bäumen nistet; die schönen Silberreiher (Ardea Egretta, garzetta), welche die prachtvollen weißen Aigretten aus steifen, zerschlissenen Federn an Kopf, Brust und Rücken tragen; die dicken, plumpen Rohrdommeln (Botaurus stellaris, Fig. 6) mit ihrer dröhnenden Stimme, vorzugsweise im Sumpfrohre; die Nachtreiher (Nycticorax); ferner die Störche (Ciconina) mit dickem, geradem Schnabel, gefesteten Zehen, ohne Schöpfe und häufig mit nackten Stellen an Kopf und Hals, besonders Frosch- und Reptilienvertilger; hierher unser Storch (Ciconia alba, Fig. 9), und die scheußlichen Marabustörche mit langem Kehlsacke (Leptopilus), aber schön zerschlissenen Federn am Steiße; die als Reptilienvertilger in Aegypten sogar göttlich verehrten Ibisarten (Ibis religiosa, Fig. 11), mit dünnerm, gekrümmtem Schnabel; die Kahnreiher (Cancroma), mit breitem, kahnförmigem Schnabel, worunter der gewaltige Kahnschnabel (Balaeniceps rex) am obern Nil; die Schattenreiher (Schattenvogel, Scopus umbrella, Fig. 8), von dunkler Farbe, mit hohem, gefieltem Schnabel; die Löffelreiher (Platalea) mit plattem, vorn löffelartig ausgeweitetem Schnabel; die schönen Sonnenreiher (Eurypyga helias, Fig. 4) aus Südamerika, mit langem, schlankem, geradem Schnabel.

Familie der Strandläufer (Charadrida). Der Schnabel ist stets hart, mit festem Horne bekleidet, meist ziemlich lang, dünn und gebogen oder gerade, in andern Fällen aber auch kurz, kegelförmig und auf der Spitze gekuppt. Die Beine der meisten Gattungen sind äußerst lang, schmächtig, die Unterschenkel ihrem größten Theile nach nackt, nur bei einigen kurzbeinigen Gattungen bis zur Fußbeuge gefiedert; die Hinterzehe fehlt entweder ganz oder ist nur durch einen unbedeutenden Anhang repräsentirt. Die langen, dünnen Vorderzehen sind ganz frei oder geheftet, zuweilen auch durch eine Schwimmhaut miteinander verbunden. Die Vögel dieser Familie leben besonders gern an sandigen Ufern oder selbst in trockenen Gegenden von Mollusken, Würmern und Insekten.

Zu ihnen gehört unser auf Mooren nistender Kibitz (Kopf des Kibitz, Vanellus cristatus, Taf. 16, Fig. 15), dessen Eier so sehr geschätzt und überschätzt sind; die Regenpfeifer (Charadrius), die durch ihr Pfeifen den Regen ankündigen sollen, an unsern Küsten; die rothfüßigen und rothschnäbeligen Austernfischer (Haematopus ostralegus, Fig. 14), stets nach Nahrung am Strande suchend; die Säbler (Kopf des Säblers, Recurvirostra Avocatta, Taf. 17, Fig. 10), mit feinem, nach oben gekrümmtem Schnabel u. s. w.

Familie der Schnepfen (Scolopacida). Der Schnabel ist oft sehr lang, stets dünn, weich, biegsam, vollkommen gerade oder etwas nach oben oder unten gekrümmt und meist an der Spitze etwas verdickt. Dieser Endknopf ist ein sehr nervenreiches Tastwerkzeug, an den Seiten aber hart. Kopf rund, vollkommen befiedert, Hals kurz und dick; Nasenlöcher schmal, am Grunde des Schnabels. Füße kurz, dünn, schwach, oft bis zur Beuge befiedert; Hinterzehe klein, Vorderzehe lang. Die Thiere leben am Strande, an Flußufern, auf feuchten Mooren und Waldlichtungen und suchen, mit dem Schnabel im feuchten Boden bohrend, Insektenlarven und Würmer. Meist vortreffliches Fleisch.

Hierher die eigentlichen Schnepfen (Scolopax), mit

sehr langem, geradem Schnabel; Zugvögel, die im Frühjahre durchziehen, um im Norden zu brüten und im Herbste zurückkehren; die große Waldschnepfe (Scolopax rusticola, Taf. 16, Fig. 12), in Wäldern und feuchten Waldlichtungen; die Moorschnepfen oder Heerziegen (Kopf der Moorschnepfe, Gallinago scolopacinus, Fig. 13), in Mooren, weit kleiner, mit meckernder Stimme; an unsern Küsten, die im Gefieder außerordentlich wechselnden Kampfhähne (Machetes pugnax), mit sträubbarer Federbolle um den Hals, die Männchen stets kämpfend, mit kürzerm, geradem Schnabel; die Brachvögel (Numenius) mit nach unten, und die Torfvögel (Limosa) mit nach oben gebogenem Schnabel.

Die Familie der Wasserhühner (Macrodactylia) hat einen kurzen Schnabel, der nur selten länger als der Kopf ist, aber gewöhnlich die Form eines spitzen Keils besitzt, der stark von der Seite zusammengedrückt ist. An der Seite des Oberschnabels findet sich meist eine Längsrinne oder auch nur eine Vertiefung, in welcher die durchgehenden Nasenlöcher liegen. Der Hals ist verhältnißmäßig kurz, dick, die Flügel nicht sehr entwickelt, die Beine kurz, aber dick und kräftig, und der Unterschenkel entweder ganz oder zum größten Theile befiedert, sodaß der ganze Habitus des Vogels ziemlich dem eines Hühnervogels gleicht. Die Zehen sind lang, kräftig, mit scharfen Nägeln versehen, die Hinterzehe gehörig ausgebildet und oft mit einem starken Sporn bewaffnet, der zuweilen selbst unverhältnißmäßig lang und dünn ist. Der Flügel ist bei einigen Gattungen an der Armecke mit einem starken spitzen Dorne bewaffnet, die Zehen bei andern in ihrem ganzen Umfange mit Hautlappen gesäumt. Viele von ihnen leben wie Wasservögel, schwimmen und tauchen geschickt, andere laufen mit großer Geschicklichkeit über die Wasserpflanzen und schlammigen Stellen. Leben von Gewürm. Hierher die Wasserhühner (Fulica atra, Taf. 17, Fig. 18), mit Lappenfüßen, schwimmen meist, fressen auch Pflanzen; die Teichhühner (Gallinula), mit schmalen gesäumten Zehen; die Sultanshühner (Porphyrio), schön gezeichnet; die gelbgrauen Rallen (Rallus), mit langem Schnabel, auf feuchten Wiesen (Ralle, Rallus aquaticus, Fig. 3); ebendaselbst der Wachtelkönig oder Wiesenschnarcher (Crex pratensis), mit knarrender Stimme; in Guiana der Chirurg oder die Jassana (Parra Jassana, Taf. 15, Fig. 18), ausgezeichnet durch einen Sporn am Flügel und die ungeheuer langen und dünnen, mit geraden langen Nägeln versehenen Füße, mit denen er auf den Blättern der Victoria und anderer großer Wasserpflanzen umherläuft.

Ordnung der Schwimmvögel (Natatores).

Strasses, aus großer Bürzeldrüse eingeöltes Federkleid, unter welchem dichte Dunen. Füße meist kurz, weit nach hinten gerückt. Zehen gelappt oder durch Schwimmhäute verbunden.

Der Schnabel ist von sehr verschiedener Gestalt, bald breit und flach, bald hoch, schneidend und kurz, bald lang und spitz, meist sehr hart, zuweilen aber auch weich und häufig mit besondern Vorrichtungen zum Festhalten und Durchseihen der Nahrung versehen. Das Gefieder ist stets straff, bei den meisten enggeschlossen und so gut aus der großen Bürzeldrüse eingeölt, daß das Wasser nicht darauf haftet. Die Flügel sehr verschieden ausgebildet: bald zu flachen, beschuppten Rudern umgestaltet; bald nur kurz und nur zu kurzem, schwerem Fluge dienend, in andern Fällen aber auf der höchsten Stufe der Ausbildung, die kein Landvogel erreicht. [illegible] gatten, Seeschwalben u. s. [illegible] und ausdauernsten Flieger. Die Zahl der Handschwingen der Armschwingen ist weit k einer andern Ordnung, indem in der Regel etwa zwanzig bis zu vierzig finden. Der kurz, aber kräftig und hat in mehr Steuerfedern, deren ansteigen kann. Die meist sind stets bis zur Fußbe kurz, von den Zehen stets richtete vollständig ausgebild bald gänzlich fehlt, bald n kleinen Kralle bewaffneter S seltenen Fällen wird die Hin dann quer nach innen und Zehen durch eine breite S Die drei Vorderzehen sind durch breite Schwimmhäute zuweilen sind diese Schwimm und in seltenen Ausnahmsf durchaus frei, aber auf be häutigen Schwimmrändern g füße bilden das hauptsächlic Schwimmen und Tauchen u nach hinten gerückt, je meh und das Schwimmtauchen a Fällen nimmt auch der Körp senkrechte Stellung an, wie Pinguinen der Fall ist, w unter dem Hintertheile stehe kommen aufrecht getragen wir Wasservögeln, wo das Flugv ist, der Körper beim Gehen wird. Alle Wasservögel schr der Oberfläche des Wassers, als die Hälfte des Körpers gehalten wird; die meisten unmittelbar untertauchen u hinabrudern, wie denn z. B wöhnliche Nahrung, die aus mehrern hundert Faden T Gattungen mit ausgebildete nur stoßend tauchen, indem sie keit aus bedeutender Höhe au Die meisten Wasservögel le geheuern Schwärmen am Me felsige Ufer vor, an denen si bauen. Einige höhlen soga andere wissen ihr Nest so zu Wasserspiegel an Pflanzen fes meisten von ihnen werden th Fleisches wegen, theils auch Federn willen gejagt oder ge

Unterordnung der Lo penne

Schnabel seitlich zusamm Hornkuppe; Nasenlöcher oft schuppen umgeben; Flügel la Zehen durch Schwimmhäute klein oder fehlend.

Familie der Sturmvög dem Schnabel sitzen die N Röhren umgeben, sodaß die schnabel etwas ähnlich ist; de scharf, comprimirt, hakig über mentär oder gar nicht entw

en oder schwarzen Vögel fliegen äußerst ge- dem Meere zwischen den Wellenbergen hin nd schnappen das dort Treibende auf. Lassen ende, klarlige Flüssigkeit aus dem Kropfe Hierher der Albatros oder das Kapschaf s, Diomedea exulans, Taf. 18, Fig. 7), groß chwan, weiß, in den südlichen Meeren; die turmvögel (Procellaria glacialis, Taf. 18, n den Nordmeeren; die kleinen Petersvögel lroma); die noch kleinern Sturmtaucher Mergulus), von kleinen Krustenthieren lebend. milie der Möven (Larida) gleicht durch die n und das Gefieder den Tauben oder den , mit denen sie das außerordentlich ausge- ugvermögen theilen. Der Schnabel ist ge- zusammengedrückt, bald lang, schmal und ald kürzer und an der Spitze kuppenförmig nur in Ausnahmefällen breiter oder auch mit Kieferhälften versehen. Die Füße sind nur Schwimmfüße mit einer freien Hinterzehe, e sich wesentlich von der vorigen Familie en; die Flügel sind lang, spitz, oft säbel- er Schwanz zuweilen schwalbenartig aus- . Alle Möven sind Stoßtaucher, ihr Flug eschickt und zierlich, die meisten weiß mit gelblich-bräunlich (Heringsmöve, Larus Fig. 8), noch geschickter sind die klei- chwalben (Raubseeschwalbe, Sylochelidon ig. 18), welche in der That wie Schwal- erschwärmen. Einige von diesen Vögeln Lestris catarractes, Fig. 17), die Raub- estris), leben selbst hauptsächlich davon, andere Stoßtaucher so lange verfolgen, bis erhaschte Beute fallen lassen, welche sie dann m Fluge wegschnappen, ehe sie noch den egel erreicht. Die Möven leben besonders hen Meeren, kommen aber auch, besonders r, auf die süßen Gewässer der gemäßigten

dnung der Ruderfüßler (Steganopoda).

nere Hinterzehe des Fußes ist nach vorn und mit den andern Zehen durch Schwimm- bunden (Fuß des Pelikans, Pelecanus, Fig. 1). Sind Nestbocker.

der Scharben (Carbonida). Schnabel von der Seite zusammengedrückt, bald gestreckt, vordern Haken. Flügel lang. Bei vielen lugvermögen nicht weniger ausgebildet als vorigen. Alles arge Fischräuber, die zum trefflich tauchen. Hierher der Tropikvogel aethereus, Fig. 19), aus den südlichen der ebenso wie die Fregatte (Tachy- nila, Fig. 3) den Schiffern schon auf von Meilen in offener See, hoch wie end, entgegenkommt; die Scharben (Phala- Carbo, Fig. 4), von verschiedener Größe, enschwarz, zu Hunderten auf den Felsen schen Meere, die Flügel in der Sonne die weißen Tölpel (Sula alba, Fig. 2), Nordmeeren mit Geräusch in das Wasser um nach einem Fische zu tauchen; der enhals (Plotus Levaillanti, Fig. 5), aus ka, an den großen Flüssen auf Beute

der Pelikane (Pelecanida). Große, schwere n heller Farbe, mit langem Halse, kleinem sehr langem, schwachem Schnabel. Der bel ist gerade, dünn, mit kuppiger Haken- spitze und langer Nasenfurche; der Unterkiefer, weit gespalten, trägt einen langen und weiten Hautsack (Kopf des Pelikans, Pelecanus onocrotalus, Taf. 17, Fig. 22), in welchem der Vogel die gefangenen Fische birgt. Sie leben zu Tausenden besonders in den Mittelmeergegenden an Seen und Lagunen und stellen förmliche Treibjagden auf die Fische an. Werden wie die Scharben zum Fischfang benutzt, indem man ihnen einen Ring um den Hals legt.

Unterordnung der Zahnschnäbler (Lamellirostres).

Der weichhäutige Schnabel ist an dem Rande mit quer vorspringenden Hornplättchen besetzt, die Zähnelungen am Rande der fleischigen Zunge entsprechen. Nestflüchter.

Familie der Flamingos (Phoenicopterida). Hals und Beine lang, wie bei den Stelzvögeln, und letztere auch ebenso befiedert. Dagegen ist der Kopf (Kopf des Flamingo, Phoenicopterus, Taf. 17, Fig. 13) der eines entenartigen Vogels, in der Mitte geknickt, breit, flach, mit dichten, niedrigen Lamellen besetzt, die Zunge am Rande gezahnt und die Füße (Fuß des Flamingo, Fig. 14) echte Schwimmfüße mit vollkommener Schwimmhaut und unvollständiger Hinterzehe. Die schöne mittelländische Art (Phoenicopterus ruber) gründelt in seichten Gewässern in der Stellung, welche dem Skelet gegeben wurde (Fig. 12) und läßt so den Schlamm durch den Schnabel laufen.

Die Familie der Enten (Anatida) enthält eine große Anzahl lebhaft gefärbter Arten mit dickem, breitem und flachem Schnabel, der vorn kuppenförmig herabgebogen ist und auf den Seiten von einer weichen, empfindlichen Haut bedeckt wird, welche vorstehende quere Falten oder Zacken zeigt und wie es scheint wesentlich zum Durchtasten des Schlammes dient, in welchem die Enten vorzugsweise ihre aus Würmern und Mollusken wie aus faulenden Stoffen bestehende Nahrung suchen. Das Gefieder der Entenvögel ist weich, flaumig, von einigen, wie von der Eiderente, außerordentlich geschätzt, die Flügel mittelmäßig groß und durch die starken steifen Schwungfedern zum Fluge äußerst geschickt. Die wilden Enten und Gänse sind äußerst schlaue, vorsichtige und scheue Vögel, von denen die meisten Arten süße Gewässer vorziehen, die seicht genug sind, um gründeln zu können, eine eigenthümliche Art des Tauchens, wobei die Thiere mit senkrecht nach unten gestelltem Leibe den Grund mit dem Schnabel durchsuchen, während sie den Bürzel über die Wasserfläche erheben. Die Füße der Enten haben drei lange, durch ganze Schwimmhaut verbundene Zehen und eine rudimentäre Hinterzehe, die bald ganz nackt, bald häutig gesäumt ist. Hierher die Gruppen der Schwäne (Cygnus) mit sehr langem Schlangenhalse und bis an das Auge reichender Wachshaut des Schnabels. Die abgebildete Art (Höckerschwan, Cygnus olor, Fig. 15) wild im Norden von Europa; der eigentlichen Enten mit kürzerm Hals, überall verbreitet; von der Wild- oder Stockente (Wildente, Anas boschas, Fig. 16) stammt unsere Hausente ab; der Tauchenten mit beschnittener Hinterzehe, wohin die im Norden halb gezüchtete Eiderente (Somateria mollissima, Fig. 17) gehört, welche die geschätztesten Dunen liefert, die sie sich selbst ausrupft, um das Nest auszufüttern; die kleinen Schmuckenten u. s. w.

Familie der Sägetaucher (Mergida). Sonst wie Enten, aber der Schnabel (Kopf des Zwergsägers, Mergus albellus, Fig. 20) lang, seitlich zusammengedrückt, schmal, mit starker Kuppe und säge-

artigen Zähnelungen. Die Füße (Fuß des Zwergsägers, Fig. 21) ganz wie Enten. Der große Sägetaucher (Mergus merganser, Fig. 19) von der Größe einer Gans, mit leicht röthlich-gelber Tinte der weißen Brust, wie die andern Arten auf den süßen Gewässern bei uns. Fleisch ranzig.

Unterordnung der Taucher (Urinatores).

Schnabel seitlich zusammengedrückt, hart, spitz und scharf; Flügel kurz, sichelförmig, zuweilen gar nicht befiedert; Beine sehr weit nach hinten gestellt, sodaß der Körper aufrecht getragen wird. Legen oft nur ein Ei. Nisten meist in Erdlöchern. Nesthocker.

Familie der Stoßtaucher (Colymbida). Schnabel lang, gerade, kantig und spitz. Kopf rundlich, oft mit Federbüschen und Halskrausen geziert; Hals lang und dünn; Flug schnell, aber ungeschickt; Füße mit kleiner, gesäumter Hinterzehe und die Vorderzehen entweder mit Schwimmhaut verbunden oder mit breiten Schwimmlappen umsäumt; Gefieder oft seidenglänzend. Sie leben paarweise, nicht in Scharen, hauptsächlich auf süßen Gewässern im Norden, schwimmen und tauchen äußerst geschickt nach Fischen und machen trotz ihrer kurzen Flügel weite Reisen gen Süden, wenn die nordischen Gewässer zufrieren. Hierher der Haubensteißfuß (Podiceps cristatus, Taf. 18, Fig. 10), mit Halskrause und Ohrbüscheln, dessen Brust ein sehr geschätztes silberglänzendes Pelzwerk liefert.

Familie der Alken (Alcida). Taucvögel, deren Flügel zwar sehr kurz, aber nur selten zum Fliegen untauglich sind und meist Federbekleidung und, wenn auch kleine, Schwungfedern zeigen; die Füße stehen ebenso wie bei den Pinguinen sehr stark nach hinten, doch nicht ganz so weit, und der Körper wird in etwas schiefer Stellung getragen. Die Schwimmfüße sind ganz; die vierte Zehe fehlt durchaus; der Schnabel ist kurz, seitlich zusammengedrückt, sehr schneidend und scharf. Alle diese Vögel leben in großen Scharen in den nördlichen Polarmeeren, auf sogenannten Vogelbergen, meist senkrechten Klippen, in welche sie die Nestlöcher eingraben, werden ungeheuer fett und deshalb und ihrer Eier und Dunen wegen verfolgt. Hierher die Alle (Alca) mit hohem, gefurchtem, vorn kuppig abgebogenem Schnabel; der Tordalk (Alca torda, Fig. 11) kann noch fliegen; der seit 1842 ausgestorbene Riesenalk (Plautus impennis, Fig. 12), der früher über das ganze Nordmeer verbreitet war, nicht; die kleinen Krabbentaucher (Mergulus Alle, Fig. 13), mit kurzem, dickem Schnabel, von Krustenthieren lebend; die Larventaucher (Mormon fratercula, Fig. 14) oder Seepapagaien, mit sonderbar hohem, gefurchtem Schnabel; die Lummen (Uria troile, Fig. 15), mit langem, spitzem Schnabel in vielen Arten.

Familie der Pinguine (Aptenodytida) entsprechen in den südlichen kalten Meeren den Alken der Nordmeere. Der Körper dieser seltsamen Vögel erscheint meistens fast cylindrisch, der Hals ziemlich dünn, der Kopf klein, der Schnabel lang, scharf kantig, seitlich zusammengedrückt, vorn gebogen und seine scharfe Firste meist durch eine Furche von den Seitentheilen abgeschieden. Der Federpelz ist sehr dicht, glatt anliegend, straff, die Füße sehr kurz, ganz nach hinten gestellt, sodaß der Körper vollkommen aufrecht getragen wird; die kleine rudimentäre Hinterzehe ist frei und nach vorn gewendet, die übrigen drei Zehen, die lang und dick sind, bis an die Krallen durch Schwimmhaut verbunden. Am ausgezeichnetsten ist die Bildung der Flügel, die einen langen, fast säbelförmigen Lappen darstellen, welcher schlaff an der Seite des Leibes herabhängt und mit sehr kurzen Federchen bedeckt ist, die wie Schuppen liegen. Die zum Fliegen vollkommen unfähigen bewohnen vorzugsweise die kältern Küsten des Meeres, wo sie sich in Scharen finden und gern in Reihen aufrecht am Ufer stehen, in welcher Stellung sie sich zugleich auf die Fußwurzeln stützen; sie laufen und tauchen sehr geschickt und die Weibchen legen Eier zwischen den Schenkeln aus, nehmen sie wol bei Gefahr in dieser Lagerung auf der Schwimmen mit sich fort. Die Flügel dienen als Ruder. Die abgebildete Art (Riesenpinguin, Aptenodytes patagonica, Fig. 16) wird manchmal

Kaltblüter.

Lungen- und Körperkreislauf unvollständig getrennt.

Klasse der Schleicher (Reptilia).

(Tafel 19 und 20).

Vorkammern des Herzens vollständig, Kammern unvollständig getrennt. Haut mit Schuppen oder Knochenschildern bedeckt. Hinterhaupt mit einfachem Gelenkkopf. Ausschließliche Lungenathmung, nie Kiemen. Kein Zwerchfell. Meist eierlegend.

Der ganze Körper erscheint langgestreckt, bald kommen fußlos, wie bei den Schlangen, bald mit kurzen Füßen versehen, die gewöhnlich unfähig, den Leib vollkommen zu tragen. In der Tat bei den Eidechsen, bei welchen die Füße am meisten entwickelt sind, die ganze Unterfläche des Körpers fast beständig auf der Erde hin und die Beine sind so sehr seitlich gestellt, daß sie mehr nach außen gerichtete Hebel zum Fortschieben schlangenartig sich windenden Körpers, denen Stützen desselben wirken können. Bei einer Ordnung der Reptilien, bei den Schildkröten, im Gegensatze zu den Schlangen, Eidechsen und Krokodilen die Breitedimension des Körpers mehr hervor, der dieser in Form einer platten Scheibe erscheint, bei weilen eine fast rundliche Gestalt hat. Bei allen Reptilien ohne Ausnahme ist der Schwanz deutlich entwickelt, bei vielen sogar übertrifft er weit den des Körpers, während dagegen der Hals ganz fehlt oder nur kurz ist und höchstens bei Schildkröten eine bedeutende Beweglichkeit und Länge erhält.

Die Hautbedeckungen sind nach verschiedenen Typen gestaltet. Bei einigen Familien der Eidechsen und zwar namentlich bei den Skinken kommen wahre Schuppen, ähnlich denen der Fische vor, bei andern Knochenblättchen, die eine Hornschicht als Überzug haben, einander dachziegelförmig decken und in Taschen der verdünnten Hautgebilde eingeschlossen sind. Bei den übrigen Eidechsen und Schlangen finden sich zwar auch von Schuppen, darf indeß unter diesem Ausdrucke nicht dieselbe Bildung verstehen. Die Haut sondert sich hier deutlich in zwei Schichten, die aus Fasern gebildete Lederhaut und die einem erhärteten Firnis ähnliche Oberhaut, welche von Zeit zu Zeit im ganzen abgestreift wird. Die Lederhaut bildet nun bald einfache körnige Erhabenheiten, bald Blättchen, bald auch nach hinten freie Erhöhungen von schuppenähnlicher Gestalt, über welche die Oberhaut sich eng anliegend wegzieht und mit dünnern Einsenkungen in die Falten der Warzen und Erhöhungen sich einbiegt. In diesen Erhöhungen entstehen bei den Krokodilen echte Knochenschilder, die in die Dicke der Haut selbst eingesenkt sind, deren Fäden sich in die

Löcher der Knochenschilder fortsetzen; bei
röten verwachsen diese Knochenproductionen
sogar sehr frühzeitig mit denjenigen des
n Rücken- und Bauchschilde, während die
uf diesem Schilde sich stark hornig verdickt
s Schildplatt bildet. Besondere Drüsen der
ten häufig vor, wenn auch nur auf einzelne
schränkt; so findet sich bei den Schild-
rseits eine kleine Drüse unmittelbar unter
ischilde, die sich gewöhnlich in dem seitlichen
außen öffnet. Bei den Krokodilen liegen
moschusartigen Geruch verbreitende Drüsen
streut in der Haut und am Unterkiefer, und
eisten Eidechsen kommt eine Querreihe solcher
, welche quer über das Deckschild des Afters
st, an der Innenseite des Schenkels gegen
hinab sich erstreckt und unter dem Namen
kelporen bekannt ist.

Skelet der Reptilien zeigt stets in seinen
n Theilen eine vollständige Verknöcherung.
vonalen Formen, die Wirbelsäule wie der
Urschädel, sind bei den erwachsenen Thieren
verschwunden und kommen nur noch bei
po in frühester Zeit der Skeletbildung vor.
mensetzung der einzelnen Theile des Skelets
essen sehr bei den verschiedenen Ordnungen,
schwierig hält, ein allgemeines Bild zu

hädel der Reptilien zeigt gewöhnlich eine
minder abgeplattete Gestalt und ein be-
Ueberwiegen der Kiefergerüste und der Ge-
en gegen die nur kleine Schädelkapsel. Das
ptsbein ist immer vollständig in Wirbelform
und zerfällt in den unpaaren Körper, die
Schuppe und die beiden gewöhnlich stark in
e verlängerten Seitentheile; es trägt stets
einzigen, gewöhnlich stark vortretenden, ge-
Gelenkkopf, der in die Pfanne des ersten
paßt, und unterscheidet sich durch diesen durch-
Charakter, sowie durch die starke Aus-
er Schuppe wesentlich von dem Hinterhaupts-
Furche, die unter allen Umständen doppelte
fe besitzen. Zuweilen freilich erscheint der
f aus zwei Hälften zusammengesetzt, die durch
ale Furche eingeschnitten sind, wie bei den
en; bei den meisten andern aber zeigt er
ch rund in Knopfform. Nach vorn zu wird
elbasis vor dem Hinterhauptskörper durch
ein vervollständigt, welches gewöhnlich nur
ale Platte bildet und bei den Krokodilen und
ten gewöhnlich gänzlich unsichtbar ist, indem
Gaumengewölbe sich in der Mittellinie zu-
hließt und die nach hinten sich fortsetzenden
ge zwischen Keilbein nach oben und Gaumen-
unten eingeschlossen sind. Die ursprüngliche
uge des Embryo, welche bei allen höhern
ieren vorhanden, bei den niedern aber niemals
ist, bringt es mit sich, daß auf der Ober-
s Keilbeins ein förmlicher Türkensattel zur
ung des Hirnanhangs ausgebildet ist. Seit-
lgel kommen nur selten bei dem Keilbeine
Beweis, daß die seitlichen Schädelbalken bei
ten Gattungen nicht verknöchern; dagegen be-
Keilbeinkörper selbst bei denjenigen Arten, wo
umengewölbe beweglich bleibt, wie namentlich
Schlangen und Eidechsen, starke Fortsätze, an
ie Flügelbeine eingelenkt sind. Die obere Be-
des Gehirns wird fast nur von den Scheitel-
ebildet, die gewöhnlich zu einer einzigen un-
knochenplatte verschmolzen, seltener paarig sind.

Oft bildet dieses Scheitelbein einen hohen Knochenkamm, und stets finden sich in ihm beiderseits tiefe Gruben, die Schläfengruben, deren Lagerung und Ausdehnung besonders für die Bestimmung der fossilen Gattungen von Wichtigkeit ist. Bei den Schlangen greift das Scheitelbein gürtelartig nach unten herum, setzt sich auf den Keilbeinkörper fest und bildet so die seitlichen Wandungen der Schädelkapsel, die durch das Felsenbein vervollständigt werden. Nach vorn schließt sich an das Scheitelbein das bald paarige, bald unpaare Stirnbein an, welches die Augenhöhlen deckt und von dem Gehirne abschließt. Die Nasenbeine, welche nur selten fehlen, bilden nach vorn die äußerste Spitze des unbeweglichen, knöchernen Schädeldaches und decken meist besondere Muschelbeine, welche in den Knorpeln der Nasenhöhle entwickelt sind. Die Seitentheile des Schädels werden in der Augengegend vervollständigt durch vordere und hintere Stirnbeine, sowie oft noch durch ein eigenes Thränenbein, welches in der innern Ecke der Augenhöhle liegt. Die Augenhöhle selbst wird gewöhnlich nach außen vollständig durch den Bogen des Jochbeins geschlossen, der freilich den Schlangen und einigen Eidechsen fehlt und bei andern nur unvollständig vorhanden ist. Die Schuppe des Schläfenbeins nimmt ebenfalls gewöhnlich an der Bildung dieses Bogens in seinem hintern Theile Antheil und trägt zugleich zur Befestigung oder Einlenkung des Unterkieferbogens bei. Die übrigen Theile des Schläfenbeins zeigen sehr verschiedene Beziehungen zu dem Schädel, indem sie bald unbeweglich durch Knochennähte verbunden, bald durch mehr oder minder laxe Gelenke angeheftet sind und so in die Bildung des Unterkieferbogens mit eingehen, der durch diese bewegliche Verlängerung das Maul einer bedeutenden Erweiterung fähig macht. So ist das Zitzenbein bei den Krokodilen und Schildkröten mit dem Schädel an seinem äußern Rande verwachsen, bei den meisten Eidechsen rudimentär, bei den meisten Schlangen dagegen in Form einer langen Knochenleiste ausgebildet, welche durch Sehnenfäden halb beweglich mit dem Schädel verbunden ist. So bildet das Quadratbein, welches unter allen Umständen den Gelenkfortsatz trägt, auf dem der Unterkiefer spielt, bei den Schlangen einen langen stielförmigen, frei beweglichen Knochen, während es bei den Eidechsen weit kürzer ist, nur geringe Beweglichkeit hat und bei den Krokodilen und Schildkröten durchaus fest mit dem Schädel verbunden ist.

Der Kiefergaumenapparat zeigt denselben Wechsel in der Befestigung. Bei den Schlangen ist er in allen seinen Theilen beweglich und überall durch laxe Gelenkverbindungen mit dem festen Schädel verbunden, während bei den Krokodilen und Schildkröten alle Theile desselben unbeweglich mit dem Schädel verbunden sind und nur der Unterkiefer ein Gelenk besitzt. So ist der Zwischenkiefer, der bald einfach, bald paarig erscheint, bei den Schlangen durch ein Gelenk mit den Nasenbeinen und der Pflugschar verbunden, während er bei allen übrigen zwischen die Oberkiefer eingekeilt ist, und gleicherweise sind die bei den Schlangen bald längern, bald verkürzten Oberkieferbeine hier mit dem vordern Stirnbeine eingelenkt, während sie bei den übrigen fest mit dem Schädel verbunden sind. Die Gaumenbeine bilden jederseits Knochenplatten, welche den Boden der Augenhöhle und das Gaumengewölbe selbst mehr oder minder vervollständigen; auch sie sind bei den Schlangen beweglich, bei allen übrigen fest. Die Flügelbeine sind meistens beweglich, berühren sich aber in der Mitte durch Naht bei den Krokodilen und Schildkröten und enthalten

hier die hintern Nasengänge, welche hinter ihnen in den Rachen münden; sie sind durch das Querbein, welches nur den Schildkröten fehlt, einerseits mit dem Oberkiefer, andererseits mit dem Gaumenbeine verbunden und stellen so eine feste Stütze für das Quadratbein und für das Unterkiefergelenk her. Die beiden Aeste des Unterkiefers selbst sind bei den Schlangen nur durch Sehnen und gekreuzte Muskeln miteinander verbunden, sodaß sie nach Willkür einander genähert oder auch weit entfernt werden können. Bei den Eidechsen geschieht die Verbindung durch Faserknorpel, bei den Krokodilen durch eine Naht, die oft eine bedeutende Ausdehnung hat, sodaß zum Beispiel der lange Schnabel der Gaviale von den in der Mittellinie verbundenen Unterkieferhälften gebildet wird, und bei den Schildkröten endlich sind beide Hälften so sehr zu einem einzigen Stücke verwachsen, daß man auch bei sehr jungen Individuen keine Spur einer ursprünglichen Trennung mehr bemerkt. Jede Unterkieferhälfte ist wenigstens aus vier Stücken, wie bei den Grubenottern, bei den andern Schlangen aus fünf, bei den Eidechsen und Krokodilen sogar aus sechs Stücken zusammengesetzt.

Die Bewaffnung des Mundes ist bei den Reptilien äußerst verschieden. Eine ganze Ordnung, diejenige der Schildkröten, besitzt gar keine Zähne, sondern lediglich scharfe Hornleisten, welche die schneidenden Kieferränder überziehen und so einen Schnabel bilden, der indeß keine verächtliche Waffe ist. Alle übrigen haben Zähne, die alle mehr oder minder dem Typus der einfachen Fangzähne sich nähern und bald nur in den Kieferknochen, bald auch auf sämmtlichen Gaumenbeinen und auf dem Pflugscharbeine angebracht sind. Die Hakenform ist durchaus die gewöhnliche, zuweilen aber sind auch die Zähne seitlich zusammengedrückt und ihre Kronen gekerbt oder gezähnelt, in andern Fällen gestreift, was zuweilen nur auf einer Canneliruug des Schmelzes, in andern Fällen auch auf einer Faltung der Zahnsubstanz selbst beruht. Mit Ausnahme dieser nie sehr complicirten Faltungen sind alle Zähne der Reptilien sehr einfach gebaut und zeigen nur eine mittlere Zahnhöhle, welche der äußern Contour des Zahnes entspricht, dessen Spitze mit einer Schmelzkappe bedeckt ist. Hinsichtlich der Anheftung kann man verschiedene Modificationen unterscheiden, die auf den Ersatz der Zähne von Einfluß sind. Meistens findet sich in dem zahntragenden Knochen eine seichte Zahnrinne, in welcher die Zähne durch verdicktes sehniges Zahnfleisch eingebettet sind. Die äußere Leiste dieser Zahnrinne erhebt sich höher als die innere und die Zähne wachsen dann mit ihrem äußern Rande an diese erhabene Leiste an, während sie oft noch an der Basis durch knöcherne Sockel gestützt werden, in welche die Blutgefäße eindringen. Die Ersatzzähne entstehen dann meist auf der Seite der alten Zähne und verdrängen diese, indem sie sich nach und nach auf den Sockel aufsetzen. Im Gegensatz zu der beschriebenen Zahnanheftung, die bei den Pleurodonten vorkommt, stehen die Acrodonten, bei welchen die Zähne so auf den Kieferrand aufgesetzt und mit demselben verwachsen sind, daß sie nur gleichsam einen emaillirten Kamm desselben bilden. Bei den Krokodilen endlich stehen die kegelförmigen Fangzähne in ringsum geschlossenen Zahnhöhlen eingekeilt, wie bei dem Menschen, und werden auf die Weise ersetzt, daß der junge Zahn von unten her in die Höhle des alten eindringt und diesen gleichsam aus der Zahnhöhle hinausstößt, sodaß er ihm eine Zeit lang wie eine Kappe aufsitzt.

Die Wirbelsäule ist bei allen Reptilien stets verknöchert und in Wirbel abge
schiedene Grade der Entwic
Krokodilen ist bald die vorde
eben oder leicht convex, die
Schildkröten sind die flach ab
durch dazwischenliegende Fa
ander verbunden; bei den C
körper hinten quer convex,
und bei den Schlangen ent
körper einen kugelrunden Gel
Pfanne des nächsten Wirbel
zum Unterschiede von den Lur
entwickelt, und bei den Schla
beweglich, sodaß sie hier die
sich meist bis zum Becken fo
bei den Eidechsen gewöhnlich
beine verbunden, das bei der
Hals freie Rippen trägt, bis
zieht. Bei den Schildkröten b
Rippen großentheils das Int
übrigen Fortsätze der Wirbel
schiedenheiten dar, auf deren
hier nicht eingehen können.

Was die Extremitäten
den meisten Schlangen durch
sie tragenden Gürtel, und nur
Afterogegend kurze Stummel
stabförmigen Knöchelchen get
kaum mit den gewöhnlich vor
in Parallele bringen kann.
sich alle möglichen Stufen de
aus rudimentären Vorder-
vollständig ausgebildeten Ext
Zehen haben, welche an d
Nägeln bewaffnet sind. Gew
deren meist fünf von verschi
sind, auf demselben Plane,
der Chamäleons eine Ausnahm
die Zehen so gegeneinander
merzange gebildet wird. Bei
durch Schwimmhäute miteinan
Reihe bieten die Schildkröten
die Knochen der einzelnen Z
sind, diese aber bald durch S
bald auch durch Sehnen un
Rudern oder dicken Stummel

Das Centralnervensys
in vieler Beziehung demjen
scheidet sich aber von demselb
bildung des kleinen Gehirns,
an durch die Eidechsen und
und bei den Krokodilen ihre
Klasse erreicht, indem hier s
werden und außerdem eine
Das Mittelhirn sinkt mehr zu
bedeutend überwogen von den
birns, welche eine beträchtlic
das Mittelhirn theilweise be
zeigen sich im allgemeinen de
lich, während der sympathisc
ausgebildet ist und eine innig
Nervenpaares sowie des he
mit den selbständigen Zungen

Die Nasenhöhlen der N
knorpelige Nasenmuscheln gest
ständen in den Rachen, bald
ganz weit nach hinten, wie
öffnet. Oft findet sich hier e
diese hintern Oeffnungen vers
minder häufig sind auch an den

orrichtungen angebracht, durch welche die-
m Untertauchen vollständig geschlossen werden

ugen sind gewöhnlich klein, zuweilen gänzlich
: Haut geborgen; die Augenlidbildungen oft
rakteristisch für verschiedene Familien und
. Am einfachsten ist diese Bildung bei den
n, wo alle Augenlider fehlen und die Schichten
t, da wo sie über den Augapfel weggehen,
ig werden, sich wölben und eine Kapsel bilden,
ie ein Uhrglas in den umgebenden Falz der
geschliffen ist und so den beweglichen Apfel
n schützt. Die Thränenflüssigkeit füllt den
wischen dieser Kapsel und dem Augapfel aus
st durch einen weiten Kanal an dem innern
inkel in die Nasenhöhle ab. Das obere Augen-
ei allen übrigen Reptilien meist nur sehr wenig
det und besteht gewöhnlich nur in einer steifen,
rpeligen Hautfalte, während das untere weit
und beweglicher ist, den ganzen Augapfel über-
ann, oft von einem besondern Knochenblättchen
ist und in andern Fällen dem Sehloche gegen-
ie durchsichtig geschliffene Stelle, einer Lorgnette
besitzt. Bei den meisten Eidechsen, den Schild-
und Krokodilen tritt hierzu noch die Nickhaut,
nfalls eine Knorpelplatte enthält und von dem
Augenwinkel her mehr oder minder weit, zu-
ganz vollständig über das Auge herübergezogen
kann. Ihre Existenz ist stets mit derjenigen
besondern gelappten Drüse, der Harder'schen
verbunden. Vollkommen isolirt stehen die Chas-
s, bei welchen ein kreisförmiges, dem großen
uollenen Augapfel eng anliegendes Augenlid
, welches nur eine schmale Spalte offen läßt.
mern Theile des Auges unterscheiden sich wenig
nen der höhern Thiere, und nur bei den Eidechsen
ein innerer faltenloser Vorsprung der Aderhaut
der sich an die Linsenkapsel ansetzt und dem Kamm
Vogelauges entspricht
n Gehörorgan wird die Schnecke mehr und
reducirt, indem sie bald einen rundlichen, häutigen
l, wie bei den Schildkröten, bald einen kurzen
uf mit einer unvollständigen Spiralscheidewand
einem flaschenförmigen Anhange darstellt. Hin-
ch des mittlern Ohres oder der Paukenhöhle
chen vielfache Verschiedenheiten; bei den Schlangen
sie durchaus, es ist kein Trommelfell und keine
ustische Trompete vorhanden und die Oeffnung
knöchernen Labyrinthes, das ovale Fenster, durch
stabförmigen, frei vorstehenden Knochen, die Co-
lla, verschlossen. Bei allen übrigen Ordnungen
sich eine Paukenhöhle, die durch eine kurze und
Trompete in den Rachen mündet und nach außen
ein Trommelfell geschlossen ist, welches bald frei
, bald durch eine Hautfalte versteckt, bald gänzlich
Haut überzogen ist. Zwischen dem Trommelfelle
dem ovalen Fenster ist die Verbindung durch die
sehr lange Columella hergestellt, an welche sich
eilen noch andere Knöchelchen anschließen, sodaß
förmliche Kette gebildet wird. Bei den Krokodilen
ich findet sich die erste Andeutung eines äußern
es in Form einer beweglichen Klappe, welche das
mmelfell decken kann.

Die Verdauungsorgane zeigen, wie schon aus
früher beschriebenen mannichfaltigen Bewaffnung
Rachens hervorgeht, vielfache Verschiedenheiten.
alle Reptilien sind auf Raub angewiesen und nur
ge wenige Schildkröten nähren sich von Pflanzen-
fen, alle übrigen einzig von lebenden Thieren,
che sie ganz verschlucken, da ihre Zähne nur zum Verwunden und Festhalten, nicht aber zum Zerstückeln geeignet sind. Die Zunge bildet bei den Krokodilen nur einen vorspringenden flachen Wulst auf dem Boden der Mundhöhle, der überall angewachsen und vollkommen unbeweglich ist, sodaß man früher oft behauptete, die Krokodile besäßen gar keine Zunge. Bei den Schildkröten ist sie stark fleischig, kurz und dick, oft mit Zotten bedeckt. Bei den Eidechsen gewöhnlich oval, platt und sehr verschieden in der Beschaffenheit ihres Ueberzugs; sie zeigt hier eine unverkennbare Tendenz zur Zweitheilung, die von der Spitze aus nach hinten fortschreitet und endlich bei den wahren Eidechsen und den Schlangen den höchsten Grad erreicht, indem hier die Zunge in zwei lange fadenförmige Spitzen ausgezogen ist, welche mit horniger Haut überzogen sind, in eine eigene Scheide zurückgezogen werden können und als Tastwerkzeuge dienen. Der Schlund ist meistens in Uebereinstimmung mit der Ernährungsweise sehr weit längsgefaltet oder auch mit langen Zotten besetzt und einer ungeheuern Ausdehnung fähig, sodaß namentlich die weitmäuligen Schlangen Thiere verschlucken können, die ihnen an Umfang überlegen sind. Sehr oft geht die Speiseröhre unmerklich in den weiten Magen über, der gewöhnlich durch eine Falte oder Klappe gegen den Darm hin abgegrenzt ist. Der Darm ist meist weit, wenig gewunden, kurz, der Afterdarm oft durch einen Blindsack und eine starke, erweiterte Kloake ausgezeichnet. Leber, Bauchspeicheldrüse und Milz sind stets vorhanden, erstere zuweilen in mehrfache Lappen getrennt und in ihrer Gestalt von derjenigen des Körpers abhängig.

Die Athemorgane sind stets nur in Form von Lungen entwickelt, und wie schon früher angeführt wurde, unterscheiden sich die Reptilien sowie alle andern höhern Wirbelthiere hauptsächlich dadurch von den niedern, daß zu keiner Zeit ihres Lebens, selbst im Embryonalzustande nicht, wirklich athmende Kiemen vorkommen. Ein gesonderter Kehlkopf tritt deutlich hervor, die Stimmritze ist spaltenförmig und bei einigen Eidechsen sind sogar vollständige spannbare Stimmbänder ausgebildet. Die Grenze zwischen Luftröhre und deren Aesten, sowie den Lungen selbst, ist oft sehr schwierig zu bestimmen, da die Knorpelringe, welche erstere umgeben, zuweilen sich weit in die Lunge hinein fortsetzen und andererseits die Zellen, welche die Lungen auszeichnen, oft über einen großen Theil der Luftröhre sich hinziehen und hier sogar tiefer und ausgebildeter sind als in den eigentlichen Lungen. Gewöhnlich sind zwei sackartige Lungen vorhanden, welche durch die ganze Bauchhöhle sich erstrecken und auf ihrer innern Fläche zellige Vorsprünge der Schleimhaut besitzen, die bald einfach sind, bald sich mehr compliciren und dann einem schwammigen, von Hohlräumen durchzogenen Gewebe ähnlich werden. Zuweilen fehlen diese Zellen in der hintern Abtheilung der Lunge, die dann als ein wenig gefäßreicher Luftsack sich darstellt und wahrscheinlich als Reservoir dient. Bei den Schlangen und schlangenähnlichen Eidechsen sind die Lungen ausnahmsweise nicht von gleicher Größe, sondern nur die eine entwickelt, die andere aber rudimentär oder selbst gar nicht vorhanden.

Das Herz aller Reptilien besteht aus vier Abtheilungen, zwei vollständig geschiedenen Vorhöfen, deren Trennung auch äußerlich sichtbar ist, und zwei Kammern, deren Scheidewand indessen erst bei den Krokodilen vollständig wird, während bei allen übrigen mehr oder minder große Lücken in denselben vorkommen, durch welche das Blut aus der linken Kam-

mer in die rechte übergeführt wird. Bei den Schildkröten, den Schlangen und den meisten Eidechsen, wo die Scheidewand unvollständig ist, entspringen deshalb sowol die Lungen- als auch die Körpergefäße aus der rechten Herzkammer, während bei den Krokodilen die Lungenarterie und eine linke Aorta aus der rechten Kammer, die größere rechte Aorta dagegen aus der linken Kammer entspringt. Wenn nun auch durch besondere Klappenvorrichtungen im Innern des Herzens das aus dem Körper zurückkehrende Blut, auch bei unvollständiger Scheidewand, hauptsächlich nach der Lungenarterie, das aus den Lungen kommende wesentlich nach den Aorten hingeleitet wird, so ist doch auf der andern Seite sowol hier wie bei den Krokodilen die Mischung der beiden Blutarten wieder dadurch ermöglicht, daß von den ursprünglichen Kiemenbogen des Embryo stammende weite Verbindungsäste zwischen den großen Gefäßstämmen hergestellt sind. Die Aorta wird meist aus einem, zwei oder selbst drei Bogen zusammengesetzt, die sich unter der Wirbelsäule vereinigen und vorher oft noch die Kopfgefäße abgeben. In dem venösen Kreislauf ist stets außer dem Pfortadersysteme der Leber auch noch ein solches für die Nieren eingeschoben. Das Lymphsystem ist außerordentlich entwickelt und läßt außer großen Cisternen, die gewöhnlich in der Umgegend des Magens entwickelt sind, noch besondere rhythmisch-pulsirende Lymphherzen gewahren, von welchen stets zwei in der Lendengegend unmittelbar unter der Haut oder tiefer nach innen dem Kreuzbeine aufliegen und ihren Inhalt in die zunächst gelegenen Venen übertreiben.

Die Nieren sind gewöhnlich sehr groß, oft vielfach gelappt, zuweilen in der Mitte miteinander verschmolzen. Die von ihnen ausgehenden Harnleiter münden gewöhnlich neben den Leitapparaten der Geschlechtstheile in die hintere Wand der Kloake ein, welcher gegenüber sich bei den Eidechsen und Schildkröten eine Harnblase findet.

Die Hoden der Reptilien liegen stets im Innern der Bauchhöhle zu beiden Seiten der Wirbelsäule, und ihre Ausführungsgänge sammeln sich gewöhnlich in einem Nebenhoden, aus welchem dann die Samenleiter nach unten laufen, um in der hintern Wand der Kloake sehr nahe an der Afterspalte sich in dieselbe auszumünden. Begattungsorgane kommen bei allen Reptilien in sehr ausgebildetem Grade, und zwar nach zwei durchaus verschiedenen Typen entwickelt vor. Alle Schlangen und Eidechsen haben nämlich zwei paarige Begattungsglieder, welche in der Wurzel des Schwanzes verborgen liegen und denen zwei rudimentäre Analoga bei den Weibchen entsprechen. Jede dieser Ruthen besteht aus einem mit Zotten oder selbst Stacheln und Haken ausgekleideten Hautschlauche, der wie ein Handschuhfinger an dem After hervorgestülpt werden kann, sodaß die innere Fläche zur äußern wird. An die Spitze jedes Schlauchs, die oft gabelförmig getheilt ist, setzt sich ein Muskel an, der ihn in ähnlicher Weise wie das Fühlhorn einer Schnecke zurückstülpen kann. Eine ganz entgegengesetzte Bildung findet bei den Schildkröten und den Krokodilen statt, die sich außerdem auch noch durch die Längsrichtung der Afterspalte von den Eidechsen und Schlangen unterscheiden, bei welchen der After immer eine quere Spalte bildet. Bei jenen Ordnungen ist die Ruthe einfach, an der Vorderwand der Kloake befestigt und mit erectilem Gewebe versehen aber undurchbohrt; auf der äußern Fläche zeigt sich eine Längsrinne zur Fortleitung der Samenflüssigkeit. Die Eierstöcke bilden bald Schläuche, bald Platten und sind stets vollkommen von den Eileitern geschieden, die eine gefranste, trichterförmige Oeffnung in der Bauchhöhle gegen das Ende hin, wo sie in d etwas erweitert sind. Die Eier de im wesentlichen denen der Vögel großen, meist gelben, sehr dotreiche einer mehr oder minder bedeutend weiß umgeben und in einer leder sehr elastischen Schale eingeschlossen Fasern dieser Schale wird oft krys aber stets nur in geringer Meng Entwickelung der Eier beginnt m des mütterlichen Organismus, ind weiterten Stelle des Eileiters läng Bei einigen Arten geschieht dies bis zu dem Ende des Embryona Junge noch in dem Eileiter die und mithin lebendig geboren wird. wie unsere gewöhnlichen Nattern, dazu bringen, die Eier bis zur wickelung der Jungen zu behalten die Gelegenheit benimmt, sie an zulegen. Die meisten Reptilien v im Sande oder in feuchter Erde sich selbst. Die Krokodile und mar in der Nähe wachen und nach Menagerien wickeln sich die gro über ihren Eiern kegelförmig zus sie förmlich aus.

Viele Reptilien, wie die meisten Seeschlangen, sind vermöge der Bewegungswerkzeuge lediglich auf wiesen und verlassen dasselbe nur dem festen Lande abzulegen. Es den Schildkröten bekannt, daß ihnen zum allgemeinen Rendezvous das Einsammeln der Millionen Ei Erwerbszweig für die Anwohner Andere, worunter namentlich viele sich gern an feuchten Orten und Wassers auf, oder lauern auch in ihre Beute. Die meisten Eidechsen u hingegen ziehen trockenes Land v Erdlöchern und jagen theils auf auch auf den Bäumen. Die klein sich vorzugsweise von Insekten, w gefährliche Raubthiere sind und den Menschen anfallen. Man wil Amerika die Beobachtung gemacht Art von Krokodilen, die in den g den Lagunen wimmeln, in dem ein unschädlich ist, ja sogar den Mensch sie in dem andern ihn mit Hartnäck verfolgt. Die Reptilien sind vorzu heißer Länder. Die Zahl ihrer Ar faltigkeit ihrer Formen sowie die nimmt mit schnellen Schritten zu, dem Aequator nähert. Die Krokodil die heiße Zone eingeschränkt; ihr breitungsbezirk ist auf unserm Conti dem amerikanischen Florida und Schildkröten geht nur eine Art, die schildkröte, bis zu den Ufern des während sonst das Mittelmeer der steckt. Am weitesten nach Norden Schlangen und schlangenähnliche Ei Blindschleiche, welche bis nach Sc ausdehnen. Die kletternden Arten Eidechsen sind lediglich auf die w schränkt.

Wir zerfällen die Klasse der Schlei

ɔier Ordnungen, von welchen freilich die
näher zusammengehören, sodaß die Unter-
: die Eidechsen und Schlangen umfaßt,
Ordnung der andern Unterklasse gleich-
Die Panzerschleicher haben Knochen-
Haut, die entweder isolirt bleiben oder,
ern Skelet mehr oder minder zusammen-
n wirklichen Panzer bilden; sie besitzen
, in der Kloake verborgene männliche
ie runde oder längsgestreckte Afteröffnung:
den Schildkröten und Krokodilen gebildet;
der Schuppenschleicher hat Schuppen
artige Tafeln, eine doppelte, außer der
ne Ruthe und eine quergespaltene After-

nterklasse der Panzerschleicher.

g der Schildkröten (Chelonia).
und Brustpanzer, aus knöchernen,
bedeckten, durch Naht verbundenen
ſammengesetzt, in welchen Theile
rs (Kopf, Schwanz und Füße) ganz
weise zurückgezogen werden können;
kiefer, mit Hornscheiden bekleidet.
eit, mehr oder minder abgeplattet (Skelet
röte, Taf. 19, Fig. 1: a Schulterblatt;
n; c Unterarm; d Oberarm; e Rückenwir-
g Becken; h Unterschenkel; i Oberschenkel).
der Schildkröten ist im allgemeinen oval,
abgestutzt, die Kiefer sehr kurz, hoch,
it scharfem, schneidendem Rande versehen
nplatten überkleidet. Die Schädelknochen
aneinander und bilden ein breites Dach
llkommen geschlossenen Augenhöhlen, in
wohlausgebildete, mit Augenlidern ver-
n befinden. Die Zunge ist fleischig, kurz,
ckbar, aber vollkommen beweglich; der
kurz und dick, die einzelnen Wirbel des
ommen frei beweglich und ohne ausge-
äße. An der Rückenwirbelsäule zeichnen
s die breiten plattenförmigen Rippen aus,
lang und breit werden, durch zackige Nähte
der verbinden und so einen einzigen breiten
ellen, der den ganzen Rücken deckt und
noch mit besondern Horntafeln belegt ist.
die Rippen in gleicher Breite bis zu dem
e des Schildes fort, zuweilen aber sind
nur in der Nähe der Wirbelsäule ent-
nach außen hin stehen dann die Rippen
ie Radspeichen an dem Skelet hervor,
dem lebenden Thiere ihre Zwischenräume
Haut- und Hornschilder gedeckt sind; ge-
det sich an dem Rückenschilde ein Saum
nochenplatten, Randstücke, in welche die
pen eingesenkt sind, sodaß auch bei speichen-
gerten Rippen ein ganzer Rand hergestellt
ihnlicher Weise wie auf dem Rücken wird
chseite ein Knochenschild hergestellt, welches
ermäßig verbreiterten, in Stücke zerfallenen
ebildet wird und gewöhnlich an den Seiten
Rückenschilde durch Nähte sich verbindet,
Schilder eine Kapsel bilden, die nur vorn
zum Durchlassen des Kopfes, der Füße
chwanzes geöffnet ist. Auf der äußern
Rücken- und Bauchschild beide mit Horn-
eckt, welche aneinanderstoßende Schilder
aus denen bei einigen Arten das bekannte
gewonnen wird. Diese Schilder entsprechen
btheilung niemals den Abtheilungen der

Rippen und der Knochenstücke des Brustbeins und lassen meistens auf dem Rücken eine mittlere Reihe, die Rückenschilder, zwei Reihen von Seitenschildern und einen Kranz von Randschildern unterscheiden, welche letztere den ganzen Panzer umgeben. Die Lagerung dieser Horntafeln und ihr Verhältniß zueinander erscheint immer von Wichtigkeit für die Unterscheidung der verschiedenen Gattungen und Arten. Die sämmtlichen Organe des Körpers sowie auch namentlich der Schulter- und Beckengürtel sind innerhalb des Schildes angebracht und letztere unbeweglich an die innere Fläche des Rückenschildes angeheftet. Alle Schildkröten haben vier Füße, die stets nur kurz und stummelförmig sind, in ihrer Ausbildung aber bei den verschiedenen Familien sehr wesentliche Verschiedenheiten zeigen. Der Schwanz ist gewöhnlich nur kurz, rundlich, zugespitzt, die an seiner Basis gelegene Oeffnung der Kloake von einem Längsschlitze gebildet, in ähnlicher Weise wie bei den Krokodilen, und die Männchen ebenso mit einer einfachen Ruthe versehen. Im allgemeinen träge, sind doch viele in ihrem Elemente, dem Wasser, äußerst flinke und gewandte Schwimmer. Die meisten leben von Pflanzenstoffen, einige sind Raubthiere und sogar von Badenden gefürchtet.

Familie der Landschildkröten (Chersida). Zehen unbeweglich zu einem säulenartigen Fuße verwachsen, an dem nur die stumpfen Nägel hervorstehen, Rücken- und Brustschild fest verwachsen und mit Hornschildern bedeckt; ersteres hoch gewölbt, letzteres zuweilen in der Mitte mit einem queren Gelenke, sodaß bald die vordere, bald die hintere Hälfte beweglich ist. Kiefer mit schneidenden Hornrändern; ganz in den Panzer zurückziehbar. Der Kopf so, daß der Hals eine S-förmige Krümmung zur Seite macht. Hierher die der griechischen Schildkröte nahe verwandte Art Landschildkröte, Testudo mauritanica, Taf. 19, Fig. 2) aus dem nördlichen Afrika, mit schöner Randzeichnung.

Familie der Sumpfschildkröten (Emyda). Vorderfüße meist mit fünf, Hinterfüße mit fünf scharfkralligen Zehen, an den erstern frei, an den letztern durch Schwimmhaut verbunden. Brustschild aus zwei oder drei Stücken, mehr oder minder beweglich. Schneidender Hornschnabel. Kopf und die Halshaut mit S-förmiger Krümmung von oben nach unten, wie in eine Scheide zurückziehbar. Rückenschild flach. Hierher unsere über ganz Mittel-Europa bis an die Ostsee verbreitete Sumpfschildkröte (Emys europaea, Fig. 3), schwarz mit gelben Punkten; die Schnappschildkröte (Chelydra serpentina, Fig. 4), mit langem, gekieltem Schwanz, in den Gewässern des westlichen Nordamerika; die Matamata (Chelys fimbriata, Fig. 5) mit sonderbaren Hautanhängseln, verlängerter Nase und weicher Haut auf dem Schnabel, in Cayenne zu Hause.

Familie der Flußschildkröten (Potamida). Rücken- und Bauchschild unvollständig verknöchert, mit Lederhaut überzogen und gesäumt, ohne Hornplatten. Kopf und Füße nicht zurückziehbar. Weiche Lippen über dem scharfen Schnabel, die Nase rüsselförmig verlängert; Füße mit drei Krallen, die über die breiten Schwimmhäute hervorragen. Fischfresser, die den langen Hals blitzschnell vorschnellen und den Badenden große Stücke Fleisch aus dem Körper reißen. In den großen Flüssen der warmen Zone der Alten und Neuen Welt. Die abgebildete Art (Bissige Schildkröte, Trionyx ferox, Fig. 6) im Mississippi.

Familie der Seeschildkröten (Chelonida). Kopf und Gliedmaßen nicht rückziehbar, letztere zu breiten Flossen umgewandelt, in welchen die Zehen von Faser-

masse umgeben sind und nur zuweilen eine bis zwei Krallen sich zeigen. Rückenschild platt. Sie kommen nur an bestimmte Ufer, wo sie in den Sand ihre Eier legen, die an manchen Orten zu Oel benutzt werden. Leben sonst im Meere von Tang und Fischen. Die im Mittelmeer selten vorkommende Lederschildkröte (Sphargis coriacea, Fig. 8), oft sehr groß, hat einen Lederüberzug über dem unvollständigen Panzer und keine Krallen an den langen Flossen. Die Cauana (Chelonia cauana, Fig. 7), ebenfalls im Mittelmeere, hat schlechtes Fleisch, ist aber sonst der ihres Fleisches wegen gejagten Riesenschildkröte (Chelonia Midas) ähnlich, die bis 10 Centner schwer wird und im Ocean vorkommt und zu den bekannten Schildkrötensuppen gebraucht wird. Das echte Schildpatt kommt von einer andern Art mit sehr starken Hornschildern, die in den tropischen Meeren zu Hause ist, der Carettschildkröte (Chelonia imbricata).

Ordnung der Panzer-Echsen (Loricata).

Körper langgestreckt, eidechsenartig, mit langem, seitlich zusammengedrücktem, gekieltem Ruderschwanze, Knochentafeln in der Haut des Rückens, eingekeilten Zähnen in den großen Kiefern.

Der Schädel der Krokodile ist breit, flach, die Kiefer sehr verlängert, zuweilen in einen langen Schnabel ausgezogen, dessen Spitze (Krokodilschädel im Profil, Taf. 19, Fig. 12) von den Zwischenkiefern, die ganzen Seiten aber von den Oberkieferknochen gebildet werden. Die Gaumenbeine tragen niemals Zähne, sondern bilden wie bei der vorigen Unterordnung ein breites Dach (Krokodilschädel von oben, Fig. 13), das vollkommen geschlossen ist und die langen Nasengänge, die sich hinten im Rachen öffnen, vollkommen von der Mundhöhle abschließt. Die Nasenlöcher liegen vorn an der Spitze der Schnauze und können durch eine Klappe nach Willkür vollständig geschlossen werden. Die Zähne stehen hart nebeneinander in vollkommen geschlossenen Zahnhöhlen und zeigen eine lange, hohle Wurzel und eine deutlich abgesetzte, meist oberflächlich gestreifte, spitze, zusammengedrückte Krone; sie werden in derselben Weise, wie dies oben beschrieben wurde, durch von unten heraufdrängende Ersatzzähne gewechselt; die Augenhöhlen liegen weit nach hinten, sind vollkommen geschlossen, das Auge wohlentwickelt und durch breite Lider verschließbar; ebenso kann das ganz hinten am Schädel angebrachte äußere Ohr durch eine Hautklappe vollkommen verschlossen werden (Skelet des Krokodils, Crocodilus vulgaris, Fig. 9: a Schulterblatt, b Oberarm, c Vorderarm, d Vorderfuß, e Schenkel, f Unterschenkel). Die Halswirbel zeigen meist lange, rippenähnliche Fortsätze, die übereinander greifen und so dem Halse nur eine höchst geringe Biegsamkeit gestatten. Die Rippenbögen sind stark, aus zwei im Winkel miteinander zusammentreffenden Knochen gebildet, und das Brustbein über die ganze Unterfläche des Bauchs fortgesetzt, sodaß es sich meist hinten an den Beckengürtel anschließt. Meist gehen von diesem Brustbeine von unten her falsche Rippen aus, welche die Wirbelsäule nicht erreichen. An dem Schwanze sind die Dornfortsätze hoch, der Schwanz selbst zusammengedrückt, oben gekielt und mit einem anfangs doppelten, später einfachen, gezackten Kamme besetzt. Untersucht man die Mundhöhle, so findet man gewöhnlich den vierten Zahn des Unterkiefers zu einem starken, kegelförmigen Fangzahne entwickelt und so über die andern Zähne hervorragend, daß er entweder in einen Ausschnitt oder selbst in ein Loch des Oberkiefers beim Schließen des Mauls eingreift. Auf
höhle, zwischen den Aesten
schwammige Zunge, die d
ihren Rändern überall ang
durch wesentlich von der Zun
unterscheidet. Die Füße sin
gestellt, sodaß sie auf dem
tragen, sondern nur fortschi
füße haben fünf freie, bekra
vier durch Schwimmhäute
denen nur die äußern Kr
Lederhaut eingelassenen zel
strecken sich über Nacken u
Haut schuppig oder getäfe
Die bis 40 Fuß lang w
großen Flüssen und Lagune
hauptsächlich von Fischen, ab
die sie bei der Tränke übern
größern Arten fallen den
schaligen Eier, von der Grö
in den Sand am Ufer ge
die der
Krokodile (Crocodilida),
unterscheiden kann.
a) Gaviale, nur in Asien
Schnabel, schlanken, lange
Art des Ganges (Gavial
gangeticum, Fig. 14) wird
b) Eigentliche Krokodile.
den Hinterfüßen, wie die
einzelne Fangzähne, die übe
In beiden Hemisphären.
Nilkrokodil (Crocodilus
von den Aegyptern göttlich
aus dem untern Nil verdrä
c) Alligatoren oder K
kürzer, breit. Fangzähne zu
halbe oder rudimentäre Sc
terfüßen. Hierher der
Hechtkaimans, Alligator
südlichen Staaten der Union
lang.

Unterklasse der Schuppe

Hautschuppen; doppelte R

Ordnung der Eid

Meist vier Füße, die
Körper frei tragen. U
Mitte verbunden, k
weiterung fähig. Stet
Brustbein.

Der Kopf ist meistens d
von dem Körper geschieden;
sehr lang und schlank; die
stellt, mit freien, bekrallte
ganze Oberkiefergerüste ist
wachsen, Quadratbein und
weglich, sodaß die Haupthe
verwachsenen Unterkiefers
Unterkiefer stattfindet; die F
das Quadratbein nach hint
steht. Die Bezahnung der
Eidechsen im Durchschnitt
ständig als bei den Schlang
nur zwei Reihen gleichmäßig
tiefer, eine andere im Un
Gaumenbogen Zähne, und
bilden sie niemals einen vo

r zwei kleine, seitliche Gruppen an dem umengewölbe; dagegen ist die Form, die und die Erneuerung der Zähne bei den eit mannichfaltiger als bei den Schlangen. freilich sind die Zähne mehr oder minder spitz, halig nach hinten gebogen, oft aber onen mehr oder minder schneidend, faltig : über dem Zahnfleisch herausstehende Zahn- gt und in anderer Weise geformt, zuweilen en mehrspitzige, flache, messer- oder säge- te vor. Hinsichtlich der Befestigung finden esentliche Unterschiede. Niemals trifft man Alveolen und Zähne, welche in denselben tecken, dagegen bildet sich oft in beiden t eine Zusammenhängende Zahnrinne aus, außen hin von einem Knochenblatte geschützt ß der Kiefer an seinem obern Rande aus- heint; in dieser Rinne nun liegen die Zähne se, daß sie mit der hohlen Wurzel auf dem r Rinne aufsitzen, wo sich zuweilen noch be- öcherne Sockel für sie zeigen, und daß sie Außenrande an dem Knochenblatte ange- d, welches die äußere Wand der Zahnrinne an hat die Eidechsen, welche diese Zahn- igen, mit dem Namen der Seitenzähner tia) belegt. Bei andern Gattungen zeigt keine solche Zahnrinne, und die im Zahn- bildenden Zähne wachsen unmittelbar auf en Rand auf, oft in solcher Weise, daß mit Mühe die Grenze zwischen dem Zahne Knochen entdecken kann und es aussieht, der Kiefer selbst an seinem Rande sägen- eschnitten und emaillirt wäre. Die solche ene Zähne tragenden Eidechsen hat man : dem gemeinsamen Namen der Acrodonten

: Bestimmung der lebenden Gattungen hat ng der Zunge eine ganz besondere Be- Bei den einen ist dieses Organ dünn, sehr nartig und vorn in zwei längere Spitzen die fadenförmig auslaufen; diese einer zunge ganz ähnliche Spaltzunge, um deren n auch diese Eidechsen die Spaltzüngler guia) genannt hat, ist in einer eigenen : eingeschlossen und kann auch bei ge- Kiefern durch einen vordern Ausschnitt der- t Tasten hervorgestreckt werden. Bei einer uppe, welche man Kurzzüngler (Bre-) genannt hat, ist die Zunge dick fleischig, e der Mundhöhle festgewachsen, aber nach n hin beweglich, ohne besondere Hautscheide bei geöffnetem Maule zwischen den Kiefern t. Bei den einen ist diese fleischige Zunge rundet oder nur unmerklich ausgebuchtet, n aber verdünnt sie sich nach vorn ziemlich und läuft dann oft in zwei kurze, faden- spitzen aus oder zeigt auch nur einen mehr der tiefen, halbmondförmigen Ausschnitt. le eigenthümliche Bildung zeigt das Cha- uf dessen Beschreibung wir verweisen.

iften Eidechsen zeichnen sich vor den Schlangen Existenz von zwei häutigen Augenlidern aus, n oben und unten her den Augapfel bedecken nur bei einigen wenigen Gattungen zeigt sich dung der Augenbedeckung ähnlich derjenigen angen. Die äußere Ohröffnung ist nicht wie n mit der äußern Schuppenhaut bedeckt, son- den meisten Fällen frei, und zeigt das äußere ahmen ausgespannte dünne Paukenfell nackt liegend. Die Bildung der äußern Haut ist mannichfaltig; gewöhnlich zeigt sie sich in ähnlicher Weise beschuppt, wie bei den Schlangen, indem die Lederhaut Erhöhungen und Duplikaturen bildet, welche von der stellenweise verdickten Oberhaut, die ein zusammenhängendes Ganzes bildet, überzogen werden. Auf diese Weise entsteht die scheinbare Schuppenbekleidung, welche den Körper der meisten Eidechsen bedeckt; oft, wie bei den Chamäleonen und den Geckos, legen sich indeß diese Erhöhungen der Haut nicht dachziegelförmig übereinander, sondern bilden nur einzelne aneinandergereihte körnige oder warzenförmige Erhöhungen. In andern Fällen rücken diese Erhöhungen so aneinander, daß sie Täfelchen bilden, die nur durch netzförmige vertiefte Linien voneinander getrennt sind; oft wachsen sie aber auch aus und bilden lang gespitzte, mehr oder minder steife Stacheln, die in Linien oder Wirteln gestellt sind, oder verlängern sich auch zu oft seltsam ausgezackten Hautlappen und Kämmen. Auf dem Kopfe finden sich meist größere Schilder, auch auf dem Bauche.

Hinsichtlich der Füße herrscht eine große Mannichfaltigkeit. Bei den meisten finden sich vier wohlausgebildete, mit fünf bekrallten freien Zehen versehene Füße, an denen gewöhnlich die vierte Zehe die längste ist und die nur bei dem Chamäleon den Körper schwebend tragen. Sie dienen stets nur als Geh- und Kletterwerkzeuge, niemals zum Halten der Beute. Von diesen Füßen aus finden sich aber alle erdenklichen Uebergänge; vier kleine, rudimentäre Füßchen, fast ohne Bedeutung für die Locomotion; zwei stummelartige Vorderfüße oder plattenförmige Hinterfüße ohne äußere Zehenandeutung, und endlich Schlangengestalt ohne irgendwelche Andeutung äußerer Füße. Aber auch in diesem letztern Falle finden sich stets unter der Haut im Fleische versteckt Andeutungen der Vorderextremitäten mit Schultergürtel und Brustbein, welche den Schlangen unter allen Umständen fehlen, sodaß also hier ein wichtiger Unterschied gegeben ist. Der Schwanz ist von sehr verschiedener Länge, gewöhnlich aber mindestens ebenso lang als der Körper, und oft mit ausgezeichneten, stacheligen Wirtelschuppen bedeckt.

Die meisten Eidechsen sind Bewohner südlicher und tropischer Gegenden, wo sie sich entweder auf der Erde, oder auf Bäumen und Gesträuchen kletternd umhertreiben, Insekten, kleine Säugethiere und Vögel im Sprunge haschen. Die größten Arten erreichen höchstens eine Länge von 4—6 Fuß, und keine einzige wird dem Menschen gefährlich. Manche größere Gattungen werden sogar ihres zarten Fleisches willen als Wild gejagt. In den gemäßigten Zonen verfallen sie in Winterschlaf und werden bei kälterm Wetter sehr träge und langsam, während sie bei lebhaftem Sonnenschein außerordentlich agil und munter werden und sogar sich insofern zähmen lassen, daß sie auf bekannte Zeichen aus ihren Schlupfwinkeln hervorkommen und das ihnen bestimmte Futter in Empfang nehmen.

Gruppe der Spaltzüngler (Fissilinguia).

Zunge lang, vorn in zwei dünne, hornige Spitzen ausgezogen, in eine Scheide zurückziehbar. Vollkommene Augenlider. Freies Paukenfell. Schwanz lang mit Wirtelschuppen.

Familie der Waraneidechsen (Monitores). Große Eidechsen der Alten Welt, deren Herz durch die fast vollständige Kammerscheidewand sich am meisten dem der Krokodile nähert, mit beschupptem Kopf, angewachsenen Zähnen, ohne Gaumenzähne und Schenkelporen. Die abgebildete Art (Waran, Varanus niloticus, Taf. 19, Fig. 15) lebt an den Ufern des Nils, soll

vor der Annäherung der Krokodile durch lautes Zischen warnen, frißt übrigens gern die Eier des Krokodils, und wird bis 6 Fuß lang.

Familie der Teju-Echsen (Ameivida) entspricht in der Neuen Welt den Monitoren. Sie haben Schenkelporen und schief nach außen gerichtete solide Zähne und Schilder auf dem Kopf. Die abgebildete Art (Teju, Podinema Teguixin, Taf. 20, Fig. 2) gilt in Brasilien, wo sie in Erdlöchern lebt, für einen Leckerbissen.

Familie der Echsen (Lacertida). Zähne angewachsen, am Grunde hohl, Schenkelporen. Schilder auf dem Kopfe. Hierher unsere gewöhnliche graue Zauneidechse (Lacerta agilis, Taf. 19, Fig. 16), die schlanke grüne Eidechse, die in den Mittelmeergegenden häufige, größere, aber kürzere Echse mit blauen Augenflecken (Lacerta ocellata), die lebendig gebärende kleine Mauereidechse (Zootoca vivipara) u. s. w.

Gruppe der Dickzüngler (Crassilinguia).

Zunge dick, fleischig, kaum ausstreckbar, an der Spitze abgerundet. Paukenfell fein.

Familie der Agamen (Agamida). Leib dick, oft flach. Beine kurz. Haut oft bestachelt. Schwanz meist kurz, mit Wirtelschuppen. Leben auf der Erde, besonders in sandigen Gegenden. Die der Neuen Welt sind Pleurodonten, die der Alten Welt Acrodonten. Dieselbe Gruppirung findet sich auch bei der folgenden Familie. Der Hardun aus Nordafrika und Arabien (Stellio vulgaris, Taf. 20, Fig. 1) war früher officinell, seine Excremente wurden als Schminke benutzt.

Familie der Leguane (Iguanida). Leib schlank, häufig höchst sonderbare Kämme, Kehlsäcke und Anhänge. Beine lang, dünn, Schwanz lang. Leben auf Bäumen. In der Alten Welt der fliegende Drache (Draco volitans), kleine Thierchen, deren seitlich hervorstehende dünne Rippen, durch eine dünne Haut verbunden, einen Fallschirm bilden. In der Neuen Welt die Leguane (Iguana), pflanzenfressend, als Wildpret geschätzt; die mit sonderbaren Kämmen versehenen Basilisken (Haubenbasilisk, Basiliscus mitratus, Fig. 4), Insektenfresser.

Familie der Geckos (Ascalabotida). Plumpe Thiere mit flachem Kopf, höckeriger oder warziger Haut, pleurodonten Zähnen, ohne Augenlider. An den verbreiterten Zehen aus hornigen Stachelplatten gebildete Haftorgane, mittels deren sie wie Fliegen an den Wänden umherklettern können. Nächtliche Thiere, sehr nützlich durch ihre Insektenjagd, aber fälschlich für giftig gehalten. In den Mittelmeergegenden eine Art, viele in den Tropenländern beider Hemisphären. Die abgebildete Art (Faltengecko, Ptychozoon homalocephalum, Fig. 3), ausgezeichnet durch ihre Hautlappen, auf den Sunda-Inseln.

Gruppe der Wurmzüngler (Vermilinguia).

Wurmförmige, weit vorschnellbare Zunge.

Enthält die einzige Familie der Chamäleons (Chamaeleonida). Die plumpen, kleinen Eidechsen, welche der einzigen Gattung angehören, die diese Familie bildet, haben einen breiten eckigen Kopf, der meist höher als lang ist und nach hinten in einen stumpfen Kamm ausläuft, der den Nacken überragt; die Mundspalte ist sehr groß, die Kiefer mit angewachsenen Zähnen bewaffnet; das Paukenfell gänzlich unter der Haut verborgen (Chamäleon, Chamaeleo vulgaris, Taf. 20, Fig. 5). Das Auge ist bedeutend, vollkommen kreisförmig, vorgequollen und durch ein einziges, etwas warziges Augenlid bedeckt, welches nur der Pupille gegenüber eine runtliche Oeffnung zeigt. Der Hals ist ausnehmend kurz und [illegible] eigentlich nur eine tiefe Falte hinter dem [illegible] eckigen Kopfe, die an der Unterfläche durch die [illegible] getriebene Kehle verwischt wird. Der Körper [illegible] lich sehr zusammengedrückt, höher als dick, der [illegible] meist mit einem vorspringenden Kamme gezieret, [illegible] sich über den Schwanz fortsetzt. Dieser ist von [illegible] lerer Länge, deutlich abgesetzt, kräftig, in der [illegible] gewöhnlich spiralförmig gebogen, ein förmliches [illegible] und Wickelschwanz, der dem Thiere beim Klettern [illegible] Umfassen der Zweige dient. Die Beine sind [illegible] und höher als bei irgendeiner andern Eidechse, [illegible] endigen in fünf Zehen, die aber gegeneinander [illegible] stehen und so miteinander verwachsen sind, daß [illegible] Fuß eine zweiblätterige Klammerzange darstellt, [illegible] eines Blatt drei, das andere zwei Zehenglieder [illegible] Diese Ausbildung der Füße zu Klammern, welche [illegible] Analogie mit den Füßen der Klettervögel zeigt, [illegible] in Uebereinstimmung mit der Lebensart, indem [illegible] Chamäleonen stets nur auf Bäumen und Sträuchern in den Zweigen umherklettern, um dort ihre [illegible] kleinern Insekten bestehende Nahrung zu suchen.

Höchst eigenthümlich ist der Bau der Haut, [illegible] der von alters her bekannte Farbenwechsel der [illegible] begründet liegt. Es zeigen sich auf der Oberfläche dieser Haut weder Schuppen, noch Tafeln, [illegible] nur größere und kleinere Körner, sodaß ihr [illegible] mit demjenigen des Chagrin Aehnlichkeit hat. [illegible] der durchscheinenden Oberhaut befindet sich eine [illegible] entwickelte Lage weicher Wärzchen, welche verschiedene Farben tragen und je nach dem Zuflusse des [illegible] sich stärker aufrichten und ausdehnen; der Farbenwechsel wird demnach vorzüglich durch das Zu- und Abfließen des Blutes in diese Hautwärzchen bedingt, und in der That kann man durch Reizung oder Erhitzung des Thiers seine Farbe von einem einfachen Hellgrün durch grünliche, gelbe und schmuzig rothe Tinten bis zu einem gesättigten, schmuzigen Braun steigern, welches fast schwarz erscheint.

Träge Thierchen der Alten Welt, welche auf den Sträuchen Insekten beschleichen und, in deren Nähe gekommen, plötzlich eine cylindrische Zunge von Körperlänge hervorschnellen, welche an ihrem Ende knopfförmig angeschwollen ist und hier einen vertiesten, mit dem Schleime erfüllten Napf trägt, in welchem die Insekten kleben bleiben und nach Zurückziehung der Zunge verschluckt werden.

Gruppe der Kurzzüngler (Brevilinguia).

Kurze, nicht ausstreckbare, an der Spitze [illegible] rundete Zunge ohne Scheide. Durch die allmählige Reduction der Füße und der Augenlider [illegible] Gruppe den Uebergang zu den Schlangen.

Familie der Schleichen (Scincoida). Füße kurz, stummelförmig, mit wenigen oder gar keinen Zehen, wie Flossen, bald vier, bald nur zwei, und [illegible] wie bei unserer Blindschleiche, auf den Schultergürtel reducirt. Körper gedrungen, Schwanz kurz, [illegible] schlangenähnlicher, je mehr die Füße reducirt sind. Glatte, oft silberglänzende, harte Schindelschuppen. Das untere Augenlid meist entwickelt, das obere nicht. Hierher der Stink (Scincus officinalis, Taf. 20, Fig. 6), mit vier kurzen Beinen, in Aegypten, war früher officinell und gilt noch in seinem Heimatland als Aphrodisiacum. Bei uns die Blindschleiche (Anguis fragilis), ohne Extremitäten, nur der Schultergürtel entwickelt, harmloses Thier, sehr nützlich, besonders von Schnecken und

rmern lebend, durch eine Unmasse grundloser als giftig verleumdet.

ie der Wirtelschleichen (Chalcidide). Unter- sich von der vorigen nur durch eine lange lte, von einem Hautumschlage gebildet. Sonst . Modificationen der Füße. Hierher der in en häufige Scheltopusik (Pseudopus Pallasi), flossenähnlichen Fußstummeln neben dem After, m Vaterlande ebenso verleumdet, wie bei uns dschleiche.

ie der Doppelschleichen (Amphisbaenida). hlangenähnlich; Augen klein, ohne Lider, von t bedeckt. Keine Schuppen, sondern nur ringel- Falten, von weniger tiefen Längsfalten durch- . Meist Amerikaner. Einige mit kurzen Vorder- Die abgebildete Art (Doppelschleiche, Am- na alba, Fig. 7) in Termitenhaufen des en Amerika wühlend.

rdnung der Schlangen (Ophidia).

per langgestreckt, ohne äußere Ex- äten. Unterkieferäste in der Mitte ge- und zu seitlichem Auseinanderweichen gt. Kein Schultergürtel, noch Brust-

Körper der Schlangen ist bekanntlich lang- , wurmförmig, meist ohne deutlich abgesetzten z und Hals, der Kopf jedoch in der Regel als der übrige Körper und deutlich in seiner nung erkennbar. Dieser langgestreckte Körper den Schlangen ganz allgemein in eine feste, ingehüllt, der man gewissermaßen mit Unrecht men einer Schuppenhaut gegeben hat, während der That diese Haut ein durchaus zusammen- es Ganzes bildet, die deutlich aus einer Leder- nd einer darüberliegenden Epidermis besteht. derhaut ist nicht gleichförmig dick und eben, an einzelnen Stellen verdickt und der Rand Stellen frei umgeschlagen, sodaß Falten gebildet , welche das Ansehen von dachziegelförmig anderliegenden Schuppen haben; indem nun erhaut ebenfalls diesen Duplikaturen der Leder- lgt und sich an den freiliegenden Stellen ver- während sie da dünner wird, wo sie in die eingeht, treten diese Schuppen noch deutlicher Man unterscheidet der Gestalt nach Schuppen, ger als breit sind, oft auf ihrer Mitte einen agen und vorzugsweise auf der Rückenfläche iers entwickelt erscheinen, und Schilder von chs- oder viereckiger Gestalt, gewöhnlich länger it, die vorzugsweise auf der Bauchseite und n Kopfe sich ausbilden. Die Oberhaut wird on den Schlangen im ganzen abgestreift und h dann als eine vollkommen farblose, scheinbar lose Haut, welche alle Sculpturen der Ober- rhalten zeigt. Dieser Hautwechsel geschieht mehr- n Jahre nach kurzem Unwohlsein des Thiers, ichher gern frißt und glänzendere Farben zeigt. opf der Schlangen ist im allgemeinen abge- , mehr oder minder dreieckig und der Rachen uer weit gespalten, so selbst daß diese Spalte er die hintere Grenze des Kopfes hinauszugehen . Die Nasenlöcher liegen stets vorn am Kopfe, nz an der Spitze der Schnauze, die gewöhnlich oder längs ovalen Augen etwa in der Mitte Schnauzenspalte ganz auf der Seite und dem rande sehr genähert. Der bewegliche Augapfel, Pupille bei den nächtlichen Gattungen meist ht gespalten, bei den übrigen rund ist, zeigt Augenlider, sondern wird von der durchsichtigen Haut überzogen, die in ähnlicher Weise wie ein Uhrglas in einem Falze der runden Augenhöhle eingeheftet ist und eine Kapsel bildet, welche durch einen weiten Gang, den Thränenkanal, nach innen mit der Nasenhöhle in Verbindung steht. Das Auge der Schlangen hat hierdurch ein gläserneß unheimliches Ansehen.

Einen wesentlichen Charakter für die ganze Ordnung der Schlangen findet man in der Structur des knöchernen Gerüstes, welches den Antlitztheil des Schädels bildet. Bei den meisten Schlangen nämlich ist das Oberkiefergerüste durchaus beweglich geworden; der Zwischenkiefer freilich hängt fest mit den Nasenbeinen zusammen; dagegen sind die Oberkiefer-, die Flügel- und Gaumenbeine durchaus beweglich und können sowol nach den Seiten als auch nach vorn und hinten geschoben werden (Schädel der Natter, Tropidonotus natrix, Taf. 20, Fig. 10). Eine ebenso große Beweglichkeit ist in dem Unterkieferapparate hergestellt; das lange schuppenförmige Zitzenbein hängt nur durch Bänder und Muskeln mit dem Schädel zusammen und trägt an seinem Ende das lange, stabförmige, meist schief nach hinten gerichtete Quadratbein, an welchem der Unterkiefer eingelenkt ist. Dieser selbst besteht aus zwei völlig getrennten, stabförmigen, nur wenig gebogenen Hälften, die vorn entweder gar nicht oder nur durch laxe Sehnenfasern miteinander verbunden sind und deren Trennung auch gewöhnlich durch die sogenannte Kinnfurche an der Unterfläche des Kopfes ausgedrückt ist. Durch diese Einrichtung ist der ganze Unterkieferapparat einer enormen Erweiterung fähig, indem jeder Unterkieferast aus drei durch laxe Gelenke verbundenen, stabförmigen Knochen besteht, die selbst wieder nach beiden Seiten hin auseinanderweichen können.

Die Bezahnung der Schlangen ist je nach den verschiedenen Familien sehr verschieden. Niemals kommen andere als echte Hakenzähne vor, die zuweilen sehr groß, immer aber spitz, nach hinten gekrümmt und nur zum Festhalten der Beute, nicht einmal zum Zerreißen und noch weniger zum Kauen derselben dienen. Gewöhnlich bilden diese Zähne einen scheinbar soliden Kegel aus harter Zahnsubstanz mit dünnem Email bekleidet; bei den verdächtigen und giftigen Schlangen aber kommen theils rinnenförmige, theils hohle Zähne vor, welche zur Ableitung des Secretes eigenthümlicher Speicheldrüsen dienen (Schädel der Klapperschlange, Crotolus horridus, Fig. 15: a Schädel, b beweglicher Oberkiefer, c Giftzähne, d Unterkiefer). Manchmal erscheinen diese Zähne nur auf der Fläche gefurcht, in andern Fällen aber vertieft sich diese Hohlkehle bedeutend und die beiden Ränder der Furche wölben sich so zusammen, daß ein Kanal entsteht, der sich an der Spitze des Zahns öffnet und seiner ganzen Länge nach durch einen feinen Schlitz geöffnet ist; bei den echten Giftschlangen endlich, bei den Ottern, schließt sich dieser Schlitz völlig und der Giftzahn stellt nun einen spitzen, hohlen, säbelförmig gekrümmten Kegel dar, an dessen Spitze sich eine feine Spaltöffnung zeigt, durch welche das Gift beim Bisse sich ergießt. Nach dieser Beschaffenheit der Zähne richtet sich auch der Bau des Oberkieferapparates. Bei den ungefährlichen Schlangen mit ganzen soliden Zähnen sind die Oberkiefer sehr lang und mit einer ununterbrochenen Reihe von Zähnen besetzt, auf welche ein zweiter Zahnbogen nach innen folgt, der von den in den Gaumenbeinen eingepflanzten Zähnen gebildet wird, da die Gaumenbeine fast bei allen Schlangen zahntragend sind; bei den Trugschlangen mit gefurchten Zähnen ist der Oberkiefer schon kürzer, in seinem vordern Theile mit kleinen

Hakenzähnen und hinten mit den großen Rinnenzähnen bewaffnet; bei den unechten Giftschlangen oder den Nattern ist der Oberkiefer nur kurz und trägt hinter den großen geschlitzten Giftzähnen einige kleine solide Hakenzähne; bei den Ottern endlich ist der Oberkiefer auf ein ganz kurzes Knöchelchen reducirt und nur mit hohlen, ungeschlitzten Giftzähnen besetzt.

Alle Schlangen nähren sich nur von lebenden Thieren, und die eben geschilderte Einrichtung ihres Kieferapparates bringt es mit sich, daß sie ihre Beute nur in einem Stücke hinabschlingen können; sie überfallen dieselbe im Schusse und die giftigen versetzen ihr nur einen Biß, nachher ruhig die Wirkung des Giftes erwartend, während die andern ihre Beute umschlingen und durch Umwickelungen ersticken; lebenszähere Thiere werden sogar noch lebend verschluckt. Die Arbeit des Schlingens ist bei größern Thieren eine ungemein mühsame; der Rachen der Schlange erweitert sich nach und nach in ungeheuerm Maße, die Unterlieferäste spreizen sich auseinander, soweit es nur irgend möglich ist, zwischen ihnen schiebt sich, da die Arbeit oft stundenlang dauert, der stielförmige Kehlkopf hervor, um die Athmung zu unterhalten; die bedeutend entwickelten Speicheldrüsen ergießen ihr Secret, das den ganzen Bissen schlüpfrig macht, und so zieht sich nach und nach der Kopf der Schlange über den Leichnam des Thieres weg, bis dieser gänzlich in dem weiten Rachen und in der Speiseröhre verschwunden ist. Die Verdauung geht äußerst langsam vor sich, ist aber so activ, daß nur höchstens einige Hornreste des Thiers durch den After entleert werden. Das was man gewöhnlich Schlangenkoth nennt, ist der als halbweiche Masse entleerte Urin, der fast nur aus Harnsäure besteht. Die meisten Schlangen brauchen ein bis zwei Monate, bevor sie nach einer vollständig sättigenden Mahlzeit eine andere einnehmen.

Eigentliche Bewegungsorgane fehlen den Schlangen ganz; von vordern Extremitäten, von einem Schultergürtel und einem Brustbeine zeigt sich keine Spur; bei einigen Familien dagegen kommen Spuren der hintern Extremitäten vor, die indeß durchaus rudimentär sind, aus einem oder mehrern kleinen Knöchelchen bestehen, von denen die innern dem Becken, die äußern, wenn sie vorhanden sind, den Extremitätenknochen entsprechen und die zuweilen einen klauenförmigen Nagel tragen, der zur Seite des Afters kaum vorstehend sich zeigt. Zum Ersatz für diesen Mangel der Extremitäten ist dagegen die Beweglichkeit der Wirbelsäule außerordentlich groß; die Wirbel sind durch förmliche Kugelgelenke miteinander verbunden, indem stets der Gelenkkopf des vorhergehenden Wirbels in einer runden Pfanne des folgenden spielt; die Rippen (Skelet der Natter, Tropidonotus natrix, Taf. 20, Fig. 9) sind ebenso durch Kugelgelenke mit den Wirbelkörpern verbunden und bilden ebenso viele stabförmige Bewegungshebel, deren jeder einen äußerst entwickelten Muskelapparat besitzt, wodurch jede Rippe leicht nach allen Seiten hin bewegt werden kann. Die Schlange läuft gewissermaßen, indem sie vorwärts gleitet, auf den unter der Haut verborgenen Spitzen ihrer zahlreichen Rippen. Auch tragen alle Wirbel, von dem ersten an bis zu denen des Schwanzes, ausgebildete Rippen, die nur vorn etwas kleiner sind, sodaß in Wahrheit keine Halswirbel existiren. Ein Brustbein fehlt unter allen Umständen, da die Enden aller Rippen vollständig frei sind.

Bei der langgestreckten Form des Körpers kann es nicht verwundern, daß alle Eingeweide dieselbe Gestalt annehmen. Die Zunge ist sehr lang, [illegible] artig, in einer eigenen Scheide verborgen [illegible] ihrer Spitze in zwei Hälften gespalten, [illegible] lich als Tastorgan zu dienen scheint. [illegible] sich auch bei ganz geschlossenem Maule [illegible] im Oberkiefer, durch welchen die Zunge [illegible] stets lebhaft bewegt, hervorgestreckt wird. [illegible] ist lang, äußerst muskulös; der Magen [illegible] artig, bedeutender Erweiterung fähig; [illegible] hältnißmäßig kurz und nur wenig [illegible] wöhnlich ist nur eine, und zwar die [illegible] Form eines langen, innen zelligen [illegible] die rechte dagegen ganz rudimentär; [illegible] sehr lang und oft schon in ihrer [illegible] Zellen besetzt; sehr lang gestreckt sind [illegible] Eierstöcke oder Hoden; die beiden in [illegible] wurzel verborgenen Ruthen lassen meist [illegible] des Männchens etwas dicker erscheinen.

Gruppe der Engmäuler (Angio[illegible])

Schließt sich sehr eng an die schl[illegible] Echsen an, indem die Unterlieferäste nach [illegible] verbunden und der Oberkiefer nicht [illegible] Dagegen fehlt allgemein der Schultergürt[illegible] Brustbein, während meist ein Becken[illegible] kleinen Klauen neben dem After vorhanden [illegible] lider sind nicht entwickelt; die äußere Hau[illegible] durchsichtig werdend über die Augen weg[illegible] dessen, wie bei den echten Schlangen, in [illegible] Uhrglases abzustehen. Alle haben solide [illegible] einen nur im Ober- oder Unterkiefer, [illegible] beiden Kiefern. Es sind kleine, harmlo[illegible] Tropen, die unter Gebüschen oder in Erd[illegible] und sich von Kleinzeug (Insekten, Nachtk[illegible] mern) nähren. Neben andern Familien [illegible] die Wickelschlangen (Tortricida). Kop[illegible] gesetzt, Schwanz kurz, Unterkieferäste sch[illegible] aber nicht dehnbar; Mundspalte klein. K[illegible] artige Hakenzähne in beiden Kiefern. Z[illegible] Gebüsch lebende Thiere. Die abgebilde[illegible] (Tortrix scytale, Taf. 20, Fig. 21) [illegible] schwarzen Querringen, in Südamerika.

Gruppe der Giftlosen (Aglyph[illegible])

Rachen sehr weit und sehr dehnbar. [illegible] zähne, sondern nur solide Hakenzähne.

Familie der Riesenschlangen oder [illegible] füßer (Peropoda). Der Kopf dieser [illegible] dreieckig, abgeplattet, meist vorn zug[illegible] breit und gewöhnlich deutlich von dem H[illegible] Der Rachen weit gespalten, die beiden [illegible] und die Gaumenbeine, zuweilen selbst [illegible] liefer mit Zähnen besetzt, die alle der[illegible] Größe nach so geordnet sind, daß der [illegible] dritte Zahn in der Reihe der größte [illegible] übrigen successiv nach hinten abnehmen. [illegible] beine sind S-förmig gekrümmt und nur [illegible] dern Hälfte mit Zähnen besetzt. Zu beid[illegible] des Afters finden sich zwei hornige [illegible] welche das Rudiment der hintern Extrem[illegible] Der Kopf ist meistens mit Schildern [illegible] Kehle dagegen mit Schuppen, ein wesentl[illegible] schied von der vorigen Familie. Der [illegible] Schilder, die gewöhnlich einfach sind, [illegible] deutende Breite besitzen, die Unterfläche [illegible] zeigt gewöhnlich doppelte, ziemlich [illegible] Man kann in dieser Familie einige [illegible] unterscheiden: Die Rollschlangen (E[illegible] rundlichem, nicht abgesetztem Kopfe, [illegible] Fußstummeln, sehr kurzem, stumpfem [illegible]

:, wenig ausdehnbarer Mundspalte; letztere : eine unbedeutende Größe und finden sich : in den türkischen Besitzungen am Mittel-

Schlinger (Pythonida), welche haken-ngzähne im Zwischenkiefer und auf der der Kieferschilder tiefe dreieckige Gruben inden sich nur in der Alten Welt; die age-Riesenschlange, Python tigris, Taf. 20, f Java; die Königsschlangen (Boida) im Zwischenkiefer, ohne äußere Gruben aule, aber wie die vorigen mit weitge-lachen, scharf abgesetztem Kopfe, kurzem der zuweilen hakenförmig gekrümmt und ifen der Aeste geeignet ist. Die Arten n Familien lauern theilweise im Wasser, auf Bäumen oder in Gebüschen; manche ne Länge von 40 Fuß und darüber und nes kräftigen Mannsschenkels.

ilie der Wolfsschlangen (Lycodontida) t sich von der vorigen durch den Mangel umeln, geringere Größe und einen großen orn in beiden Kiefern. Nur tropisch.

der Nattern (Colubrida). Sehr zahlreich ndern. Kopf geschildet. Zähne an beiden dem Gaumen, meist gleich lang. Doppelte unter dem Schwanze. Keine Fußstummeln. n häufigsten die Ringelnatter (Tropido-ix, Fig. 8), graublau, mit schwarzem, ntem Halsfleck und gekielten Rückenschuppen. n Wiesen, an Bächen, geht gern in das bt vorzugsweise von Fröschen; legt ihre ngshaufen. Im südlichen Deutschland die atte Natter (Coronella laevis), auf Ge-lbst Bäumen, und die Aesculapsnatter flavescens), mit gelbem Bauche, auch in ad. Alle Nattern sind höchst unschädliche Vertilgung von Mäusen u. s. w. sogar hiere.

der Trugschlangen (Opisthoglypha). ntern Ende des langen Oberkiefers stehen iere Furchenzähne, welche den Speichel der rüse ableiten. Sie gleichen im übrigen durch Gestalt und Beschildung des Kopfes, nur einfache Schilder unter dem Schwanze. t geringen Ausnahmen tropischen Thiere rall für sehr giftig, es ist indessen noch ob sie wirklich diese Eigenschaft besitzen. könnte das Gift nur bei besonders tief-Bissen oder nur auf eine Beute wirken, ium Rachen ist. Verdächtig aber sind sie und im Zweifelfalle ist es besser, sie zu sich von ihnen beißen zu lassen.

der Baumschlangen (Dryophida). Körper oft abgeplattet, peitschenförmig, Schwanz dünn, Kopf lang und spitz, oft mit sonder-ngen. Ein Furchenzahn hinten im Ober-rnig, behend, fast alle von grüner Farbe. : auf Bäumen der Tropenzone von Eiern, geln u. s. w. Die Art, deren Kopf (Kopf der nasuta, Taf. 20, Fig. 17) wir des sonder-nauzenanhangs wegen abbilden, auf Java. ele Familien, die wir nicht weiter erwähnen, die einen mehr im Wasser, die andern auf e in Erdlöchern leben.

e der Vorzähner (Proteroglypha). ser kurz, vorn mit mehrern gefurchten Gift-inten mit soliden Hakenzähnen besetzt. Haken-zähne am Unterkiefer, an Gaumen und Flügelbeinen. Kopf beschildet.

Hier ist kein Zweifel möglich, alle Vorzähner sind furchtbar giftig, und bei einigen reichen die Giftdrüsen sogar weit in die Bauchhöhle hinab. Die Giftzähne sind bald nur gefurcht, bald gänzlich zum Kanal geschlossen, sehr groß; dahinter stehen solide Hakenzähne. Nur südliche Formen.

Familie der Seeschlangen (Hydrophida). Körper schwach, Kopf wenig abgesetzt, Nasenlöcher durch Klappen verschließbar. Bauch beschuppt. Gebären lebendige Junge. Giftzähne klein. Schwanz seitlich zusammengedrückt, oben und unten gekielt, Ruderschwanz. Leben in den tropischen Meeren, nähren sich vorzugsweise von Fischen, schwimmen und tauchen sehr gut. Höchstens 6 Fuß lang. Die abgebildete Art (Plättchenschlange, Pelamis bicolor, Taf. 20, Fig. 19) bei den Sunda-Inseln.

Familie der Prunkschlangen (Elapida). Gestalt der Nattern, meist lebhaft gefärbt. Doppelreihen von Schwanzschildern. Schwanz kurz, spitz. Hierher die höchst gefährliche Korallenschlange (Elaps corallinus) in Brasilien, der unschuldigen Wickelschlange ähnlich gefärbt, nur zwei Fuß lang, und besonders die Brillenschlangen der Alten Welt, deren Halsrippen, lang und sehr beweglich, seitlich aufgerichtet werden können, sodaß der kleine Kopf fast zwischen dem Halskragen verschwindet. Die abgebildete Art, Cobra di capello (Brillenschlange, Naja tripudians, Fig. 18), in Ostindien, mit der Brillenzeichnung; eine ähnliche, einfarbig braun auf dem Rücken, ohne Zeichnung, die Haje, in Aegypten (Naja haje). Letztere ist die Natter der Kleopatra. Beide Arten dienen vorzugsweise den Psyllen oder Schlangenbeschwörern zu ihren Gaukeleien.

Gruppe der Ottern (Solenoglypha).

Oberkiefer sehr kleiu, nur mit Giftzähnen besetzt. Hakenzähne im Gaumen und Unterkiefer.

Der Charakter der Giftschlangen in höchster Entwickelung. Der Oberkiefer (Taf. 20, Fig. 15b) ist sehr kurz, quadratisch, sehr beweglich und nur mit den gewaltigen, meist zur Röhre geschlossenen Giftzähnen besetzt, die durch die Bewegung des Kiefers nach vorn gerichtet und wieder in die Schleimhaut zurückgezogen werden können. Der Kopf ist dreieckig, hinten breit, infolge der bedeutenden Entwickelung der Giftdrüse, die von einem besondern Muskel zusammengedrückt wird, sodaß beim Bisse das Gift in die Wunde spritzt. In dem abgebildeten Präparat (Giftapparat der Klapperschlange, Fig. 16) des Kopfes der Klapperschlange sieht man bei a das Nasenloch, darunter die charakteristische Grube der Klapperschlange (s. Grubenottern), bei b die Hakenzähne, in welche der S-förmig gewundene Ausführungsgang der Giftdrüse c führt, die von dem Muskel umhüllt ist. Der Schläfenmuskel d drückt ebenfalls noch beim Bisse auf den hintern Theil der Drüse c, die nicht giftige Speicheldrüse des Unterkiefers. Die Schlange haut mehr als sie beißt, und ritzt die Haut, wobei das dickliche Gift in die Wunde gespritzt wird, welche im ersten Augenblick wie zwei feine mit der Nadel gerissene parallele Linien sich darstellt. Das Gift wirkt nur durch unmittelbaren Uebergang in das Blut, dasselbe zersetzend. Man kann es ohne Schaden verschlucken. Erste Indication ist also bei einem Bisse, das Gift nicht in den Kreislauf übergehen zu lassen. Augenblickliche Unterbindung des Gliedes, sehr fest, über der Bißstelle; Erweiterung der Wunden mit dem Messer, um das Blut herausströmen zu lassen, Auswaschen und Aussaugen. Wenn das Blut vergiftet ist, Behandlung

des anschwellenden Gliedes und der allgemeinen Krankheit durch den Arzt, wie bei jeder plötzlichen Blutvergiftung.

Familie der Ottern (Viperida). Kopf breit, abgesetzt. Keine blinde Grube am Oberkiefer. Meist träge Thiere. Hierher unsere Viper, Vipera aspis (Kopf der Viper, Vipera Redii, Taf. 20, Fig. 13), mit ganz beschupptem Kopfe, und die größere Kreuzotter oder Kupferotter (Pelias berus, Fig. 11), mit beschildetem Kopfe (Kopf der Otter, Pelias berus, Fig. 12), bis nach Schweden hinaufgehend. Beide besonders gern an sonnigen Rainen und Waldlichtungen, nicht im Sumpfe, da wo Erdbeeren und Himbeeren wachsen. Gebären lebendige Junge, nähren sich von Mäusen, kleinen Vögeln; erwarten die Wirkung des Bisses, der in heißen Tagen selbst lebensgefährlich wird. Hierher auch die Hornviper (Kopf der Hornviper, Cerastes aegyptiacus, Fig. 14) der Wüste, mit sonderbaren Auswüchsen über den Augen (Teufelshörner).

Familie der Grubenottern (Crotalida). Zwischen Auge und Nase eine blinde Grube in der Haut des Oberkiefers. Furchtbar durch ihre Größe. Hierher die Klapperschlangen (Crotalus), die Schwanzspitze in einer Hornscheide, welche beim Abstreifen der Haut hängen bleibt und so die Klapper bildet. In den Vereinigten Staaten. Träge. Ferner die Lanzenschlangen (Trigonocephalus) auf den Antillen, noch gefährlicher, weil sie zornig und sehr beweglich sind. Dem berüchtigten Fer-de-lance (Bothrops lanceolatus), dem sogar ein Reiter zu Pferde nur schwer entrinnen soll, fallen auf Martinique zahlreiche Opfer. In Brasilien die Surucucu (Lachesis) ohne Klapper, aber sonst den Klapperschlangen ähnlich, bis 4 Meter lang.

Niedere Wirbelthiere.

(Anamniota oder Anallantoidea).

Bei dem Embryo weder Schafhaut (Amnios), noch Hornhaut (Allantois), noch Kopfbeuge. Alle athmen entweder zeitlebens oder zu einer gewissen Zeit in ihrer Jugend durch Kiemen. Alle haben einen Bulbus arteriosus am Herzen. Die Rippen vereinigen sich niemals in einem Brustbeine.

Die der Entwickelungsgeschichte entnommenen Charaktere sind so scharf und durchgreifend, daß sie keine weitere Discussion zulassen. Die meisten athmen nur durch Kiemen, sind also Wasserthiere; nur bei der höchsten Klasse, den Lurchen, treten Lungen ganz allgemein auf, erst neben den Kiemen, sodaß die Thiere bald durch die Kiemen, bald durch die Lungen athmen können und schließlich bei den ausgewachsenen Thieren die Kiemen ganz verdrängen, die dann nur bei den Jungen (Larven) thätig sind. Innerhalb der Hauptklasse lassen sich wieder zwei große Gruppen unterscheiden: bei der einen, die sich hierin den höhern Wirbelthieren anschließt und die Lurche und Fische umfaßt, existirt ein doppeltes, bald nach hinten geschlossenes, bald in die Mundhöhle geöffnetes Nasenrohr, ein ausgebildetes Kieferskelet mit an dem Schädel befestigtem Oberkieferapparat und freibeweglichem Unterkiefer; ebenso besitzt diese höhere Gruppe paarige Gliedmaßen, eine Milz, eine Bauchspeicheldrüse und ein sympathisches Nervensystem. Die niedere Gruppe (Rundmäuler und Lanzettfischchen) haben entweder nur ein einfaches Nasenrohr oder gar keins, und alle übrigen Bildungen fehlen ihnen durchaus. Bei dem Lanzettfischchen fehlt sogar ein eigentlicher Kopf mit Schädel und Gehirn und ein Centralherz, sodaß wir hier den Wirbelthierplan so reducirt als möglich erblicken.

Gruppe der niedern Wirbelthiere mit doppelten Nasen- und Kiefern.

Klasse der Lurche (Amphibia).

(Tafel 21).

Lungen- und Kiemenathmung, letztere ständig oder vorübergehend (Larven). Doppelte, durchgehende, in die Mundhöhle geöffnete Nasenlöcher. Einfache Herzkammer. Doppelter Gelenkhöcker am Hinterhauptbein. Haut nackt, nur selten mit Schuppen. Vollständige Dotterzerklüftung.

Die Körperform der Thiere, welche die kleinen Klasse gehören, wechselt außerordentlich; einerseits gänzlicher Mangel an Gliedmaßen und rudimentäre Entwickelung derselben mit der Wurmform, andererseits breite abgeplattete Gestalt, welche sich der Scheibenform nähert, mit entwickelten Gehwerkzeugen vorhanden sind. Bei auf dem Lande lebenden gliedmaßenlosen Thieren gleicht der ganze Körper, der nur Leib und Schwanz los ist, vollkommen einem Regenwurm; rend bei den im Wasser lebenden Aalmolchen langstrechiger Körperform doch ein seitlich zusammengedrückter Schwanz, oft mit einer senkrechten als Schwimmflosse versehen, die Schwimmbewegung vermittelt. Hierzu gesellen sich nun allmählig Füße in allen Stufen der Ausbildung, oft durchaus unfähig, den Körper zu stützen und kleinen rudimentären Zehen in geringer Zahl versehen rüstet. Zuweilen sind nur die Vorderfüße vorhanden, die als unbedeutende Stummelchen am Halse; in andern Fällen nur die Hinterfüße. Je mehr die Füße entwickeln, desto mehr schiebt sich der Leib zusammen und plattet sich zugleich ab. Bei froschartigen Thieren schwindet der Schwanz im wachsenen Alter vollständig, sodaß keine Spur davon vorhanden ist und der After sich unmittelbar wie bei den Blindwühlen, an dem hintern breiten, scheibenförmigen Körpers befindet. Die Füße bekommen bei diesen Thieren ein gewaltiges gewicht über die kleinen, kurzen, stämmigen, wärts gedrehten Vorderfüße, die gewöhnlich Zehen haben, während die hintern meist besitzen. Die Bewegung auf dem Lande meistens nur sprungweise, indem die kräftigen schenkel den Körper oft auf ziemlich bedeutende hin durch plötzliche Spannung fortschnellen.

Die Hautbedeckung der Amphibien sehr verschiedener Weise ausgebildet. Bei den und Molchen ist die Haut glatt, schlüpfrig, meist sackartig weit, aus elastischen Sehnenfasern webt und ziemlich dünn, sodaß bei denen, an dem Körper anliegt, die Muskeln durch durchschimmern. Eine farblose, aus Pflasterzellen bildete Oberhaut deckt diese Lederhaut, in welcher verschiedene Pigmente von grüner, blauer, gelber brauner Farbe abgelagert sind. Die Haut ist Athemorgan und kann durch ihre Thätigkeit der Kiemen und Lungen oft ganz ersetzen. Bei dieser nackten, froschartigen Thiere finden sich Drüsenbälge in der Haut, welche einen scharfen, wöhnlich mehr oder minder nach Knoblauch riechenden Milchsaft absondern, der stark sauer reagirt und der That beim Einbringen in Wunden kleinerer giftige Eigenschaften entwickelt. Gewöhnlich sind Drüsen, wie z. B. bei Kröten und Salamandern, den ganzen Körper zerstreut, oft aber noch besonders

fungen zu beiden Seiten des Halses an-
he man dann Ohrdrüsen oder Paro-
nt hat. Wenn indeß die meisten Am-
ich als nackt bezeichnet werden können,
in einzelnen Familien besondere Schuppen-
t, welche denen der Knochenfische sich am
pließen. In der That besitzen die Blind-
e Hornschüppchen, welche sowol die
Linien, als auch die Fächerfurchen
ichen Fischschuppen zeigen und in den
er übrigens schleimigen Haut versteckt

ildung des Skelets zeigt sich auf niederer
den Schleichenlurchen sowie bei den
en finden sich Wirbel, welche in ihrer
von Fischwirbeln nicht unterscheiden lassen
wie diese Höhlungen in Doppellegelform
welchen die Ueberreste der Wirbelsaite als
Massen eingeschlossen liegen. Bei den
Molchen finden sich vollständig ausge-
el vor, welche vorn einen rundlichen Ge-
ten eine Pfanne tragen, wodurch die ver-
Wirbel miteinander eingelenkt sind. Bei
Amphibien mit langgestrecktem Körper ist
ahl der Wirbel sehr bedeutend, während
chartigen Thieren nur sehr wenige Rücken-
en bis neun) vorkommen, dagegen ein
uzbein vorhanden ist, das aus der Ver-
mehrerer Wirbel entstanden scheint und
langen, säbelförmigen Knochen in Ver-
bt, der die Wirbelsäule bis zum After
ie Querfortsätze der Wirbel sind bei allen
wohl ausgebildet, zuweilen ungemein lang
auf diese Weise die Rippen, welche nur
ganz ausgebildet und zuweilen nur durch
Knorpelanhänge vertreten sind. Auch hin-
Bildung des Kopfskelets zeigen sich
Stufen in der Reihe der Amphibien, die
tlich auf das allmähliche Verschwinden der
hen Knorpelgebilde beziehen.
tes charakteristisches Kennzeichen für die
se im Gegensatze zu den Reptilien stellt sich
ildung zweier seitlicher Gelenkköpfe an dem
te dar, die von den stets verknöcherten seit-
erhauptsbeinen hergestellt werden und in
fungen des ersten ringförmigen Halswirbels
n zweites Kennzeichen ist die Ausbildung
ernen Deckplatte, die sich wie bei den Fischen
ntere Fläche des ursprünglich knorpeligen
ufklegt und sich als besonderes Stück erhält,
er, wie häufig, zum Theil knorpelig bleibt
r Verknöcherung mit dem Schädel verwächst.
nicht nur, sondern auch die Gaumenbeine
mit einfachen, meist hakigen, wurzellosen
setzt, die indessen auch ganz fehlen können.
ieser selbst ist stets in der Mitte verwachsen
em Tragebogen aufgehängt, welcher niemals
verknöchert und aus dem Quadratbeine
Trommelbeine besteht. Das stabförmige
bilde, welches auf diese Weise zusammen-
d, ist fest mit dem Schädel verbunden und
schief nach hinten gerichtet, sodaß die Mund-
ziemlich weit hinter den Schädel sich er-
d der Rachen einer großen Erweiterung

nter dem Unterlieferbogen liegenden Hart-
elche der Zunge und dem Kiemengerüste an-
stellen sich äußerst verschieden dar, je nachdem
en noch vorhanden oder Lungen ausgebildet
ei den mit Kiemen versehenen finden sich

Kiemenbogen ähnlich denjenigen der Fische; bei den Fröschen und Kröten sind dieselben in das Zungenbein und benachbarte Gebilde übergegangen.

Die Extremitäten bestehen, insofern sie vorhanden sind, stets aus dem Schulter- oder Beckengürtel und den eigentlichen Extremitäten, nur den Blindwühlen fehlen dieselben gänzlich, während bei manchen Kiemenmolchen nur Vorderfüße vorhanden sind und die Hinterfüße gänzlich fehlen. Bei den Molchen ist der Schultergürtel stets nur theilweise verknöchert und besteht aus einem Schulterblatte, einem breiten Schlüsselbeine und dahinterliegendem Rabenbeine, zwischen welche sich oft noch ein unpaares Brustbein einschiebt. Bei den Fröschen wird ein breiter Brustkorb von dem Schultergürtel gebildet, der aus vielen Stücken besteht, welche oft nur theilweise verknöchern und in ihrer Deutung manche Schwierigkeiten machen. Der Vorderfuß selbst besteht immer aus einem einfachen Oberarme, zwei zuweilen verschmolzenen Vorderarmknochen, einer oft knorpelig bleibenden Handwurzel und aus Zehen, deren Zahl meist vier, selten drei beträgt. Der Beckengürtel ist bei den Molchen nur unbedeutend und die Kreuzbeinwirbel kaum in ihrer Structur von den übrigen Wirbeln verschieden. Das Becken bleibt bei diesen Thieren außerdem meist knorpelig und besteht nur aus zwei Darmbeinen, welche durch einen Mittelknochen miteinander verbunden sind. Um so ausgezeichneter ist die Bildung des Beckens bei den Fröschen, wo dasselbe den starken Sprungbeinen als Stützpunkt und ihren Muskeln zum Ansatze dienen muß. Die langen, stabförmigen Darmbeine sind an die breiten Griffortsätze des schwertförmigen Kreuzbeins geheftet und krümmen sich nach hinten gegen den After zusammen, wo sie mit dem Säbelknochen des Kreuzbeins und den Sitzbeinen sich verbinden, während zugleich noch die Schambeine diese Verbindung vervollständigen und alle drei Knochen die Gelenkpfanne für den langen und starken Oberschenkelknochen bilden. Die Zusammensetzung der Fußknochen ist dieselbe wie an der vordern Extremität, obgleich größerer Wechsel vorkommt, indem bei einigen Kiemenmolchen nur zwei, drei oder vier, bei den eigentlichen Molchen und den Fröschen aber stets fünf Zehen an den Hinterfüßen sich vorfinden, von welchen die vierte gewöhnlich die längste ist. Nur bei sehr wenigen Gattungen kommen kleine, hufartige Nägel vor, in welchen die Zehenenden wie in einem Fingerhute stecken. Bei weitem bei der großen Mehrzahl der Lurche sind die Zehen vollkommen nackt, dagegen sehr häufig durch Schwimmhäute miteinander verbunden und oft auf der Unterseite mit Haftorganen versehen. Die Muskeln folgen der Anordnung des Skelets, bei den Molchen mit rudimentären Beinen sind die Rumpfmuskeln, ähnlich wie bei den Fischen, mit Wirbelringen angeordnet.

Das Gehirn ist an Masse klein, langgestreckt, flach, die einzelnen Knoten hintereinandergereiht; das verlängerte Mark ist breit, von oben her kahnförmig ausgehöhlt, und das kleine Gehirn nur durch eine schmale Querbrücke vertreten. Vor dem kleinen Gehirn liegen die Vierhügel, gewöhnlich aus zwei durch eine Längsfurche getrennten Anschwellungen bestehend und innerlich ausgehöhlt, von hinten her die Zirbeldrüse umfassend. Vor dieser liegen die paarigen Anschwellungen des Vorderhirns, die innerlich hohl sind, gewöhnlich die größte Masse des Gehirns ausmachen und meist unmittelbar in die Riechnerven sich fortsetzen. Von den Gehirnnerven sind öfters die Augenmuskelnerven mit dem fünften Paare mehr oder minder innig verschmolzen, ebenso der Zungenschlundkopfnerv gänzlich in den herumschweifenden Nerven übergegangen,

während der Zungenfleischnerv gewöhnlich aus den ersten Halsnerven hervorgeht, wodurch die Zahl der Hirnnerven zuweilen um ein Bedeutendes verringert wird.

Die drei hauptsächlichen Sinnesorgane fehlen keinem einzigen Amphibium, wenngleich die Augen bei einigen ziemlich rudimentär sind. Die Nasenhöhlen sind stets doppelt, durch eine Scheidewand voneinander getrennt und unter allen Umständen doppelt in die Mundhöhle geöffnet, sodaß sich stets an dem Gaumengewölbe, bald mehr nach vorn, unmittelbar hinter den Lippen, bald weiter nach hinten hin, die beiden innern Nasenöffnungen zeigen. Die Existenz solcher durchgehender Nasenöffnungen ist eng verbunden mit dem Vorhandensein echter Lungen. Bei den Kiemenlurchen durchbohren diese Nasenöffnungen freilich nur die Lippe und öffnen sich nach innen von den Zahnbogen des Gaumens, während sie bei den froschartigen Thieren mehr nach innen und hinten stehen, durch die Knochen des Gaumens durchtreten und eine bedeutende Weite besitzen. Bei den meisten Lurchen ist die Nasenhöhle sehr einfach und ihr Eingang klappenartig verschließbar. Die Augen sind zuweilen nur ganz rudimentär und, wie bei dem Olm (Proteus anguinus), unter der Haut versteckt, die nicht einmal über ihnen durchsichtig wird, während bei den übrigen Kiemenmolchen zwar die Augenlider fehlen, dagegen die Haut da, wo sie über den Apfel weggeht, eine glasartige Durchsichtigkeit erhält. Bei den froschartigen Thieren ist der gewöhnlich große Augapfel sehr beweglich und kann namentlich durch einen trichterförmigen Muskel tief in die Mundhöhle zurückgezogen werden. Er wird hier gewöhnlich von zwei Augenlidern bedeckt, einem harten, wenig beweglichen obern und einem großen untern Augenlide, das dünn und durchsichtig ist. Am innern Augenwinkel zeigt sich noch die Nickhaut als einfache, kleine, unbewegliche Hautfalte. Auch die Fortbildung des Gehörorgans thut innerhalb der Klasse einen bedeutenden Schritt vorwärts, indem bei den meisten geschwänzten Amphibien ein mittleres Ohr fehlt und nur das Labyrinth vorhanden ist, während fast bei allen froschartigen Thieren eine Paukenhöhle mit Trommelfell und kurzer Eustachischer Trompete vorkommt, welche sich mit weiter Mündung in den hintern Theil des Rachens öffnet. Das Labyrinth selbst besteht aus drei halbcirkelförmigen Kanälen und einem Sacke, der mit mikroskopischen Kalkkrystallen erfüllt ist. Seine theils knorpelige, theils von dem Felsenbein gebildete knöcherne Umhüllung zeigt eine ovale Oeffnung, welche bald durch einen Deckel, bald durch eine dünne Haut verschlossen und bei fehlender Trommelhöhle von Muskeln und Haut bedeckt wird. Bei ausgebildeter Trommelhöhle sieht man auf der Außenfläche des Kopfes gewöhnlich fast unmittelbar hinter dem Auge das runde Trommelfell, welches in einem kreisförmigen Ringe ausgespannt ist und an der innern Fläche mit drei Gehörknöchelchen in Verbindung steht. Die Wände der Trommelhöhle sind gewöhnlich knorpelig, nur bei wenigen knöchern und bei den letztern auch die Kette der Gehörknöchelchen bis zu dem ovalen Fenster des Labyrinthes fortgesetzt.

Die Mundhöhle, welche den Anfang des Verdauungs- und Luftwegs bildet, ist gewöhnlich ungemein weit und tief gespalten und meist mit Zähnen bewaffnet, die in den Zwischenkiefer und Oberkiefer, in den Gaumenbeinen und in dem Unterkiefer stehen. Hinsichtlich der Bezahnung selbst finden sich vielfache Verschiedenheiten. Einige Lurche, wie viele Kröten, sind vollkommen zahnlos, andern, wie den meisten Fröschen, gehen die Zähne im Unterkiefer ab, während die Oberkiefer eine Zahnreihe und die [illegible] einen kleinen Haufen zeigen. Bei den [illegible] sind zwei vollkommene obere Zahnbogen, [illegible] den Oberkiefern, der andere von den [illegible] getragen, hergestellt, zwischen welche der [illegible] bogen eingreift. Gewöhnlich sind die [illegible] einfache, spitze, nach hinten gekrümmte [illegible] facher Zahnhöhle und ohne weitere [illegible] äußern Gestalt oder des innern Baues. [illegible] fehlt nur bei einer eigenthümlichen Form [illegible] artigen Thiere, ist aber bei allen andern [illegible] und in ihrer Form oft äußerst charakteristisch [illegible] ist gewöhnlich sehr breit und füllt ganz [illegible] zwischen den beiden Unterkieferästen aus. [illegible] Molchen ist diese Zunge gänzlich auf dem [illegible] Mundhöhle festgeheftet, bei den andern [illegible] oder minder frei, und zwar in der Weise, [illegible] wie bei den Säugethieren und dem [illegible] Zunge hinten angewachsen, mit ihrer Spitze [illegible] ist, sondern im Gegentheil sie vorn [illegible] hinterer Rand dagegen frei ist und [illegible] eine Klappe aus dem Munde herausgeschlagen [illegible] kann, welche Art der Bewegung namentlich [illegible] der Insekten äußerst förderlich scheint. [illegible] die Zunge sogar ganz frei auf allen Seiten [illegible] Scheibe nur durch einen untern Stiel [illegible] der Mundhöhle befestigt, sodaß sie einem [illegible] nicht unähnlich sieht. Der Darmkanal, [illegible] Rachenhöhle nach hinten fortsetzt, ist [illegible] kurz, wenig gewunden, der Schlund [illegible] Magen einfach, längsgefaltet, sehr dick[illegible] Afterdarm zuweilen blasenartig aufgetrieben [illegible] ist groß, meist in zwei Lappen getrennt [illegible] blase allgemein vorhanden, Bauchspeicheldrüse überall ausgebildet.

Hinsichtlich der Athemorgane stellen [illegible] als das unverkennbare Uebergangsglied [illegible] Kiemenathmung der Fische und der [illegible] übrigen Wirbelthiere dar, indem zwar [illegible] nahme Lungen besitzen, zu welchen aber [illegible] wirklich athmende Kiemen treten, die [illegible] lurchen das ganze Leben über neben den [illegible] stehen bleiben. Bei diesen letztern finden [illegible] zwei, bald drei, bald auch vier äußere [illegible] welche eine baumförmige oder federartige [illegible] haben und aus ästigen Fäden bestehen, [illegible] lebhafte Blutcirculation stattfindet. Mit den [illegible] Kiemenbüscheln sind Kiemenspalten verbunden [illegible] zwischen den Kiemenbogen durch in den [illegible] und die bei den Larven stets ausgebildet [illegible] bei den Aalmolchen trotz des Verschwindens [illegible] während des ganzen Lebens bleiben. [illegible] von der Haut des Halses bedeckt, [illegible] äußere Kiemenspalte führt, finden sich [illegible] und zwar gewöhnlich auf drei Kiemenbogen. Die Lungen bestehen aus rundlichen [illegible] lichen Säcken, welche in der Bauchhöhle [illegible] wöhnlich mit Ausnahme der Blindwühler [illegible] sind und nur selten inwendig vollkommen [illegible] scheinen. Bei den meisten Lurchen zeigen [illegible] einen zelligen Bau, indem auf der innern [illegible] oder minder hohle Falten der Schleimhaut [illegible] welche vieleckige Räume und Zellen bilden [illegible] Fläche sich erst die Lungengefäße verzweigen [illegible] vorn gehen diese Lungen nur selten [illegible] Luftröhren über; meistens öffnen sie sich [illegible] in die sogenannte Stimmlade, einen [illegible] Sack, welcher durch verschieden geformte [illegible] gestützt wird und durch eine bald enge [illegible] Längsspalte hinter der Zungenwurzel [illegible]

öffnet. Die froschartigen Thiere haben e sehr tönende Stimme, deren Schall oft ders bei den Männchen, durch seitliche nannte Kehlblasen, verstärkt wird, die wie beim Schreien hervorgetrieben werden.

s der Lurche besteht immer aus zwei dünn- rkammern und einer einfachen dickwandigen , welche das Blut in die Arterien treibt. Bei ist die auch sonst nur sehr zarthäutige Scheide- Vorkammer nicht vollständig, zuweilen netz- rochen, sodaß zwischen beiden Herzhälf- Mischung des Blutes stattfinden kann. iegt vor der Leber, bald weiter nach vorn , bald mehr nach hinten, und die Kammer h vorn in einen Arterienstiel fort, welcher hen Muskelbeleg hat und selbständige Pul- . Aus diesem Arterienstiele treten nach ei den Kiemenlurchen die verschiedenen en, welche sich an den Kiemenbüscheln ver- dann in ähnlicher Weise, wie bei den Aorta zusammensetzen. Von den Kiemen- en Aeste nach den Lungen, und nach und nden mit der Ausbildung der Lungen die mehr und mehr, indem sich die Lungen- hr ausbilden, die vordern Kiemenbogen den Arterien des Kopfes sich umwandeln. Pfortadersystem der Leber ist bei allen Nierenpfortadersystem entwickelt in ähn- , wie dies bei den Fischen der Fall ist, der Hauptunterschied, den das Gefäß- ctet, in der Scheidewand der Vorkammer besteht.

en liegen stets außerhalb des Bauchfells Seiten der Wirbelsäule und zeigen meist Gefäßknäuel, welche in die Nierenkanälchen nd. Diese bilden ein Geflecht und ver- in die Harnleiter, welche auf der innern ufen und bei den Männchen zugleich als dienen; sie öffnen sich mit warzen- prüngen in die hintere Wand des blasen- lebenen Afterdarms gegenüber einer weiten, seligen Harnblase, die eine vollkommen klare, Flüssigkeit enthält. Die Geschlechtstheile fach gebildet. Hoden und Eierstöcke liegen kenwand der Bauchhöhle, meist auf der der Nieren, und sind gewöhnlich von cher Gestalt. Die Hoden bestehen aus canröhren, zerfallen zuweilen in einzelne und gehen in sehr feine Samenkanälchen e durch eine Falte des Bauchfells nach außbergeleitet werden, in dieser sich netz- weigen und dann in den Harnleiter über- mit meistens noch sich röhrenförmige Seiten- n, Rudimente von Samenbläschen, befinden. e sind traubenförmig und vollkommen ab- Bei den Schwanzlurchen bilden sie einen ner einzigen Oeffnung, durch welche die n die Bauchhöhle fallen, während bei den Thieren jedes reife Ei für sich seine brich. Die Eileiter sind stets vollkommen ierstöcken getrennt, sehr lang, darmartig, unden und mit einem weiten Trichter, der eichsam einschluckt, in die Bauchhöhle ge- öffnen sich ebenfalls in die Kloake und mittelbar vor dieser Oeffnung eine uterus- iterung, in welcher sich auch bei den Sala- e Jungen entwickeln. Der After, welcher schwänzten Lurchen eine Längsspalte, bei ein rundliches Loch darstellt, dient somit zur Ausführung der Excremente, des Harnes und der Geschlechtsproducte. Eigentliche Begattungsorgane existiren nirgends, obgleich eine wahre Begattung und Befruchtung der Eier im Leibe der Mutter bei den lebendig gebärenden Erdsalamandern vorkommt, während bei allen übrigen die Eier von dem Männchen erst in dem Augenblicke befruchtet werden, wo sie den Leib der Mutter verlassen. Diese Befruchtung geschieht stets im Wasser, und der in Klumpen oder Schnüren abgesetzte Laich wird bei den meisten Gattungen einfach den Elementen zur Bebrütung überlassen. Nur bei einigen Arten hat man bisjetzt eine geringe Fürsorge für die Jungen entdeckt. Bei der in unsern Gegenden vorkommenden Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans, Taf. 21, Fig. 5) wickelt sich das Männchen die befruchtete Eierschnur in achterförmigen Touren um die Schenkel und gräbt sich damit in die feuchte Erde ein, wo es bis zur vollständigen Entwickelung der Larven verbleibt; bei der in Südamerika vorkommenden Pipa (Fig. 9) streicht das Männchen die Eier in Hautzellen auf dem Rücken des Weibchens, in welchen die Larven bis zur vollständigen Ausbildung der Gliedmaßen und dem Verluste des Schwanzes verbleiben, und bei dem Rückenfrosch (Notodelphys) ist gar ein vollständiger, durch einen Längsschlitz nach hinten geöffneter Beutel zu demselben Zwecke angebracht.

Die Entwickelung der Lurche ist bei der Leichtigkeit, womit man sich ihren Laich verschaffen kann, Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen. Die reifen Eier bilden eine kugelförmige Dottermasse, welche bei den meisten eine Ablagerung dunkelgefärbten Pigments in ihrer Rindenschicht zeigt, die besonders um die eine Hälfte so stark ist, daß das Ei hier oft vollkommen schwarz erscheint. Die Dottermasse selbst besteht aus einer dicklichen, eiweißhaltigen, zähen Flüssigkeit, in welcher ungemein viele festere Dotterkörperchen von talgähnlicher Consistenz und meist viereckig abgeplatteter Gestalt sich befinden; eine sehr zarte Dotterhaut umschließt das Ganze. Bei dem Durchtritte durch den langen, gewundenen Eileiter werden die Eier mit gallertartiger Masse umhüllt, die nur bei wenigen Arten fester wird und dann eine elastische Schnur darstellt, bei den meisten dagegen im Wasser ungemein anschwillt und so die gewaltigen Massen und Klumpen von Laich bildet, welche wir im Frühjahre in Teichen und Gräben finden. Bei der Entwickelung spielt diese Gallertmasse keine weitere Rolle, als die einer schützenden Umhüllung, welche stets wie ein Schwamm mit Wasser vollgesogen ist. Sobald die Larve ihren ersten Entwickelungscyklus vollendet hat, so durchbricht sie diese Hülle, indem sie sie zum Theil auffrißt, um dann frei im Wasser zu leben. Die Furchung des Eies ist meist durchaus vollständig, sodaß der ganze Dotter sich in zwei kugelförmige Hälften theilt und diese Theilung sich ebenso durchgreifend fortsetzt, bis die definitive Bildung der Embryonalzellen vorhanden ist. Die Larven selbst sind unter dem Namen der Kaulquappen, Roßnägel oder Mollenköpfe allgemein bekannt und die Aenderungen ihrer Gestalt im allgemeinen so auffallend, daß sie von jeher die allgemeine Aufmerksamkeit erregten. Die erste Entwickelung geht ziemlich rasch vor sich, sodaß schon wenige Tage nach der Befruchtung die ganze Dotterkugel in eine Larve umgewandelt ist, deren platter, niedergedrückter, mit kleinem, endständigem Maule versehener Kopf unmittelbar in den sackförmigen Bauch übergeht, an dem sich hinten ein plattgedrückter Ruderschwanz befindet, der ringsum von einem breiten Hautsaume, von einer senkrechten Flosse umgeben ist. Dieser Schwanz zeigt dieselbe zickzackförmige Anordnung der

Muskelbündel, wie sie auch bei den Fischen vorkommt. An dem Halse sprossen die äußern Kiemen in Gestalt warziger Bäumchen hervor, verschwinden aber bei den Froschlarven bald wieder, indem sie durch innere Kiemen ersetzt werden, während sie bei den Larven der Molche weit längere Zeit hindurch bestehen bleiben. Die weitere Ausbildung der Larve, welche sich nach dem Durchbruch der Gallertsubstanz nur von Pflanzenstoffen, namentlich von Algen und Wasserfäden nährt, ist nun wesentlich auf die Entwickelung des Schwanzes und die allmähliche Verarbeitung des Dotters gerichtet. Der Hautsaum der Schwanzflosse wird sehr hoch, der Körper schlanker, und nach und nach bilden sich die Gliedmaßen, welche anfangs unter der Haut verborgen sind und sich bei den Fröschen und Molchen in umgekehrter Ordnung zeigen, indem bei letztern die Vorderbeine vor den Hinterbeinen, bei erstern die Hinterbeine lange Zeit vor den Vorderbeinen die Haut durchbrechen. Bei den Froschlarven sind die Hinterbeine geraume Zeit allein vorhanden und der Schwanz bleibt auch noch eine Zeit lang nach dem Erscheinen der Vorderfüße das hauptsächlichste Bewegungsorgan; dann aber beginnt die Umwandlung der schwimmenden, pflanzenfressenden Larve zu einem hüpfenden, insektenfressenden Thiere. Die Kiefer waren bisher mit Hornscheiden oder eigenthümlichen Hornzähnen bewaffnet, die jetzt abfallen. Der Schwanz verkümmert nach und nach, vertrocknet und verschwindet endlich gänzlich. Bei einem surinamischen Frosche hingegen, dem Jaki (Pseudes), fällt der stark fleischige, dicke Schwanz erst sehr spät nach dem Erscheinen der Gliedmaßen ab, sodaß die ausgebildete Larve weit voluminöser erscheint, als der daraus hervorgehende Frosch. Die jungen Fröschе, denen ein Stummel des Schwanzes noch längere Zeit anhängt, verlassen in Scharen das Wasser, um sich auf dem festen Lande zu verbreiten. Es geschieht zuweilen, daß Schwärme solcher junger Fröschе bei heftigen Gewittern von dem Wirbelwinde meilenweit durch die Luft entführt werden, wo dann ihr Niederfall zu den abenteuerlichen Sagen vom Froschregen Veranlassung war.

Die Lurche sind in ihrer Lebensart entweder gänzlich auf das süße Wasser angewiesen oder doch wenigstens während ihrer Larvenzeit darauf beschränkt. Bei der schleimigen Beschaffenheit ihrer Haut, der starken Ausdünstung derselben, ist ihnen auch im ausgebildeten Zustande Feuchtigkeit ein nothwendiges Lebensbedürfniß, sodaß man sie nur in sumpfigen Gegenden, auf nassen Wiesen oder an schattigen, feuchten, dunkeln Orten findet. Ihre Zahl ist in den tropischen Gegenden bedeutender als in den gemäßigten und nimmt nach dem hohen Norden hin mehr und mehr ab, sodaß in der Polarregion gar keine Thiere dieser Klasse mehr vorkommen. Die Larven leben, wie schon bemerkt, nur von Wasserpflanzen, die erwachsenen Thiere dagegen wesentlich nur von Insekten, kleinen Würmern u. s. w. Sie können außerordentlich lange, selbst Jahre hindurch ohne Nahrung existiren, wenn ihnen nur der Zutritt von hinlänglicher Luft und Feuchtigkeit gesichert ist. Hieraus erklärt sich auch das Vorkommen lebender Kröten in verwachsenen Baumlöchern oder fast verschlossenen Steinhöhlen, von denen man freilich übertrieben sagte, daß sie bei dem Absatze der Steinmasse von derselben umschlossen sein müßten. Angestellte Versuche haben nachgewiesen, daß vollkommen eingeschlossene Kröten sehr bald starben, daß sie aber in porösen Massen, wo der Zutritt von Luft und Feuchtigkeit ihnen gesichert war, lange Zeit hindurch existiren konnten. Die bei uns vorkommenden Lurche überwintern in Sümpfen und Gräben, wo sie sich in den Schlamm einsenken und schlafend die erwarten. Einige Molche, wie nam Krain, kommen nur in unterirdische vor, andere, wie die Schleichenlur löchern, ähnlich denen der Regenwü diesen im Verborgenen lebenden G nur dürftige Notizen über ihre Le kleine über die Entwickelung.

Wir zerfallen die übrigens wen in drei Ordnungen: Die Schleic die Schwanzlurche (Urodela oder Froschlurche (Anura oder Ecaudata)

Ordnung der Froschlurch

Kurzer, schwanzloser, brei Füße, convex-concave Wirbel

Der breite, flache, meist zugeru seiner vordern Spitze die Nasenlöch lich durch Hautklappen vollkommen und fast senkrecht nach unten in dem Bogen des Oberkiefers sich sind mit wenigen Ausnahmen unve oben auf die Stirnfläche gestellt, ihre Höhlen zurückziehbar, mit e und einem sehr großen untern welches sich fast über den ganzen ziehen kann. Hinter den Augen z das große, runde Paukenfell, welch ist und in die weite Paukenhöhle f kurzen, sehr deutlichen Trompete mei selten nur in der Mitte des Rachens Der Rachen selbst ist ungemein Oberkiefer gewöhnlich, Unterkiefer dagegen nur selten mit kleinen ha waffnet. Oeffnet man den Rachen dem Gaumengewölbe vorn die beid weiter nach hinten die in die Mund den Augäpfel und ganz hinten Ohrtrompeten, während der weite Unterkieferästen gewöhnlich von der Zunge ausgefüllt wird. Diese fehlt ganz, ist aber gewöhnlich nicht an i an ihrem hintern Theile, sondern in in dem Winkel des Unterkiefers befe hintern Rande frei, sodaß sie nach a werden kann. Die Haut ist vollk vielen Arten mit warzigen Vorrag Drüsen besetzt, die oft eine unan Flüssigkeit absondern. Die nach kurzen, meist aber stämmigen Vorde freie Zehen von ziemlich gleicher L massiven und langen Hinterbeine Zehen besitzen, von denen meist die der auf gleiche Linie gestellte Daume ist. Gewöhnlich sind die Zehen de weder in ihrer ganzen Länge oder durch Schwimmhäute miteinander v kommen nur äußerst selten vor, sel Zehen frei, oft dagegen finden sic fläche sowol, wie an der Innenfläc sondere Ballen und Warzen, die eine chen bei der Begattung zum Festha dann sich nur periodisch bei dem entwickeln, oder auch permanent an vorhanden sind und dann zum Kletterns dienen. Die auffallend keiten des Skelets (Skelet des Frosch bestehen in der außerordentlichen S säule, die meist nur acht ausgebild auf welche dann als Kreuzbein ein

, an den zu beiden Seiten sich die stab-
kenknochen anlehnen, sowie in dem gänz-
l aller Rippen oder rippenartigen Ge-
: die Bauchwandungen stützen können,
n ihrer Ausdehnung außerordentlich wech-
Die meisten Froschlurche haben sehr große,
etzartige Lungen, eine wohlgebildete, weite
und eine lautschallende Stimme, deren
ch durch besondere Resonanzhöhlen und
rstärkt wird.

ofenen Zustande fehlt allen Froschlurchen
durchaus, während sie, wie wir schon
, im jugendlichen Zustande stets einen
en und bei manchen Gattungen dieser
: sehr spät und lange nach vollständiger
der Beine abfällt, sodaß zuweilen selbst
ete Larve eine bedeutendere Körpermasse
das erwachsene schwanzlose Thier. Viele
itlebens im süßen Wasser, namentlich in
if, andere suchen das Wasser nur zur
gszeit, um ihre Eier und die daraus ent-
ven diesem Elemente anzuvertrauen, halten
ist auf ebener Erde, an feuchten Orten
ndere endlich verfolgen ihre Beute, die
isekten und ähnlichen kleinen Thieren be-
büschen und in schattigen Wäldern.

er Laubfrösche (Hylida). Die Unter-
hen mit oft sehr breiten Haftscheiben be-
sie sich an senkrechten Wänden festhalten
en vorn ganz frei, hinten mit halber
t, oft sehr lang. Körper glatt, Beine
d schlank, Oberkiefer bezahnt, Unterkiefer
i südlichen Gegenden ungemein stark ver-
ans nur durch den grünen Laubfrosch
a, Taf. 21, Fig. 2), der im Wasser lacht,
e übernachtet und als Wetterprophet gilt.
sche jagen auf Büschen und in Wäldern
i. Unerträgliche Schreier, meist mit großen

r Frösche (Ranida). Körper gedrungener,
. keine Haftscheiben, aber ganze Schwimm-
n hintern Zehen, sonst wie die vorigen.
ner Grasfrosch (Rana temporaria,
uf sumpfigen Wiesen, sucht nur zur Laich-
sser auf; der grüne Wasserfrosch (Rana
t vorzugsweise im Wasser. Beide haschen
Sprunge. Hierher auch der Hornfrosch
chstabenkröte aus Brasilien, mit sonder-
üchsen über den Augen (Buchstaben-
ophrys Bojei, Fig. 8).

r Unken (Bombinatores). Haut warzig
wie bei den Kröten, dagegen der Ober-
, wie bei den Fröschen. Leben meist in
Kergel oder Schlamm, und suchen nur in
das Wasser auf. Hierher die Geburts-
(Alyles obstetricans, Fig. 5), an tho-
andigen Rainen. Das Männchen wickelt
nüre um die Hinterfüße und vergräbt sich
dergel, bis die Kiemen der Jungen ver-
nd. Hierher auch die Unke (Bombinator
. 6), oben grau, unten blau und gelb
Tümpeln, bekannt durch ihre glockenähn-
e.

ner Kröten (Bufonida). Körper plump,
kaum zum Springen geeignet, Haut warzig,
zahnlos. Nächtliche Thiere, die besonders
jung von Landschnecken sehr nützlich werden,
nd Gängen leben und das Wasser nur zum
es in Schnüren geordneten Laichs auf-
: Hautabsonderung ist giftig. Außer der gemeinen Kröte (Bufo vulgaris, Fig. 7), die faustgroß wird und graubraun ist, haben wir noch die kleinere grüne (Bufo viridis) und die Kreuzkröte (Bufo calamita).

Die Familie der zungenlosen Froschlurche (Aglossa) zeigt einen dreieckigen, flachen, niedergedrückten Kopf mit verhältnißmäßig kleinen rundlichen Augen, breiten, krötenartigen Körper, sehr kräftige Hinterfüße mit fünf Zehen, welche in ihrer ganzen Länge durch eine Schwimmhaut verbunden und von denen die drei vordern bei der Capkröte (Dactylethra) mit hufartigen Klauen am Ende versehen sind. Das Paukenfell ist gänzlich versteckt, die Zunge fehlt durchaus, die eustachischen Trompeten münden im Grunde des Rachens in einer einzigen mittlern Oeffnung aus. Die Bezahnung ist bei beiden Gattungen, welche diese Familie zusammensetzen, verschieden, indem bei der Capkröte der Oberkiefer kleine, spitze Zähnchen, wie bei den Fröschen, trägt, während bei der surinamischen Kröte oder Pipa (Asterodactylus Pipa, Fig. 9), beide Kiefer vollkommen zahnlos sind. Letztere ist zudem von langer Zeit her durch ihre eigenthümliche Fortpflanzungsweise bekannt. Die Rückenhaut des Weibchens zeigt nämlich grubenartige Vertiefungen, in welche das Männchen bei der Begattung die befruchteten Eier einstreicht. Mit dem Wachsen der Larven dehnen sich auch diese Hautzellen aus, sodaß die Jungen ihre ganze Entwickelung bis zur vollständigen Ausbildung der Füße und bis zum Verluste des Schwanzes in diesen Zellen durchmachen.

Ordnung der Schwanzlurche (Urodela oder Caudata).

Körper langgestreckt, Beine niedrig, oft unvollkommen entwickelt, zuweilen Kiemen im erwachsenen Zustand. Langer Schwanz während des ganzen Lebens.

Der Körper dieser Thiere ist mehr oder minder langgestreckt, die Extremitäten, wenn solche vorhanden, klein, kurz, weit voneinandergestellt, sodaß sie den Körper kaum zu tragen vermögen, der Schwanz von mittlerer Länge, meist seitlich zusammengedrückt, eine directe Fortsetzung des Rumpfes. Die ganze Gestalt gleicht in vieler Beziehung derjenigen der Eidechsen, sodaß man auch früher die Molche in der That zu den Eidechsen zählte, bis eine genauere Bekanntschaft mit ihrer innern Organisation ihnen die richtige Stelle anwies. Der Kopf dieser Thiere ist stets sehr niedergedrückt, breit, vorn mehr oder minder abgerundet, die Nasenlöcher an der Spitze der Schnauze befindlich, sehr klein und unmittelbar durchgehend, sodaß die innern Nasenöffnungen sich vorn in dem Rachen unmittelbar hinter oder selbst vor der Reihe der Kieferzähne befinden. Die Augen sind sehr verschieden entwickelt, bald sehr klein, rudimentär und gänzlich von der undurchsichtigen Haut überzogen, in andern Fällen größer, deutlich, aber durchaus ohne Augenlider, in die durchsichtige Haut eingesenkt: bei den noch höher entwickelten Familien halbkugelförmig vortretend, zurückziehbar wie bei den Fröschen und mit vollständigen Augenlidern versehen. Eine äußere Ohröffnung fehlt stets und an dem innern Ohr existirt keine Paukenhöhle, sondern nur das Labyrinth mit seinen verschiedenen Bildungen. Hinsichtlich der Entwickelung der Füße beobachtet man bei den ausgebildeten Gattungen alle Stadien, welche sich bei den Larven der höchststehenden Familie, der Salamander, zeigen. So wie aus dem langgestreckten, fischähnlichen Körper der letztern zuerst die Vorderbeine hervorbrechen in Gestalt kleiner unbedeutender An-

hängsel mit kaum getrennten unförmlichen Zehen, wie dann nach einiger Zeit die Hinterfüße hervorkommen, ebenfalls anfangs in rudimentärer Ausbildung, so sehen wir auch hier in aufsteigender Linie Gattungen mit zwei Vorderfüßchen, die nicht einmal die Größe eines Kiemenbüschels erreichen und nur drei unförmliche Zehen haben, andere mit ebenso rudimentären Hinterfüßen, und können so eine stete Stufenfolge bis zur Ausbildung zweier fast gleicher Fußpaare mit wohlentwickelten Zehen, die in seltenen Fällen Nägel tragen, verfolgen. Hinsichtlich des Schwanzes zeigen sich ähnliche Entwickelungsstufen; anfangs erscheint er breit, plattgedrückt, mit seitlichen, in Zickzack angelegten Muskelstreifen, wie derjenige eines Fisches mit häutiger Flosse gesäumt, später mehr abgerundet ohne Flossensaum mit trichterförmig ineinanderstekkenden runden Muskeln besetzt. Denselben Gang der Ausbildung zeigen die Athemorgane; bei den niedersten Formen stehen Kiemen und Lungen in gleicher Bedeutung für die Athmung da, ja die erstern überwiegen bedeutend; wie bei den Froschlarven, so finden sich hier quastförmige oder baumartig verzweigte Kiemenbüschel, welche mit der äußern Haut zusammenhängen und mit ihrer Wurzel auf den sonst freien Kiemenbögen aufsitzen. In andern Fällen sind zwar äußere Kiemen nicht mehr vorhanden, dagegen existirt eine Kiemenspalte auf jeder Seite des Halses, die zu den freien, durch Spalten getrennten Kiemenbögen führt, welche auf ihrer convexen Seite mit Athemfransen besetzt sind; bei den höhern Familien endlich schließt sich die im spätern Larvenzustand vorhandene Kiemenspalte völlig, die innern Kiemenfransen verschwinden, die Kiemenbogen bilden sich zurück und die großzelligen, sackförmigen Lungen dienen einzig und allein der Athmung. Alle Molche haben in dem Oberkiefer sowol wie in den Gaumenbeinen Zähne, die gewöhnlich zwei vollkommen parallele Bogen bilden, zwischen welche der Zahnbogen des Unterkiefers eingreift; die Zähne selbst sind stets nur einfache spitzige Hakenzähnchen, oft so klein und im Zahnfleisch verborgen, daß man sich von ihrer Anwesenheit eher durch das Gefühl als durch das Gesicht überzeugen kann. Der Raum zwischen den bogenförmigen Unterkieferästen ist von der runden Zunge ausgefüllt, die meist mit ihrem ganzen Grunde festgewachsen und nur an dem Rande frei ist, deren Anheftung aber sich oft sehr verengert, sodaß sie dann die Gestalt eines Hutpilzes hat, der mit einem dünnen Stiele auf dem Grunde der Mundhöhle festsitzt.

Fast alle Molche halten sich zeitlebens im Wasser auf, meistens in seichten, schlammigen Sümpfen, seltener in größern Seen, niemals im Meere; nur die am höchsten ausgebildeten Gattungen leben auf festem Lande, aber auch hier nur an feuchten, schattigen Orten, und verlassen ihre Schlupfwinkel nur nach Regen und starkem Thaue, um ihrer aus Insekten und Würmern bestehenden Nahrung nachzuschleichen. Die größern in Seen und Sümpfen lebenden Arten nähren sich ebenfalls von Insekten und Fischen. Die auf der Erde lebenden sondern einen ätzenden, giftigen Milchsaft aus.

Gruppe der Molche.

Ohne Kiemen und Kiemenlöcher.

Familie der Salamander (Salamandrida). Wirbel convex-concav, Augen mit Lidern; große Ohr- und Seitendrüsen, die Milchsaft absondern; alle Füße wohl ausgebildet, ohne Schwimmhäute, Schwanz lang und rund. Nächtliche Erdthiere, die an feuchten Orten sich verstecken und lebendige Junge gebären. Die Begattung geschieht durch Andrücken der Geschlechtsspalten, innerhalb welcher beim [illegible] hälter sich finden. Hierher unser gef[illegible] ter Erdsalamander (Salamandra [illegible] Fig. 10), der im Wasser 30—40 [illegible] Kiemenbüscheln absetzt, während der [illegible] salamander der Hochregionen nur [illegible] Junge zur Welt bringt. Hierher [illegible] mexicanischen, gelb gefleckten Erdsala[illegible] stoma punctatum, Fig. 16), die [illegible] lichen Vereinigten Staaten verbreitet [illegible] Larven zuerst aus dem See [illegible] dem Namen Axolotl (Siredon p[illegible] bekannt wurden, große grau [illegible] fleckte Thiere, die wie Fische [illegible] Paar äußere Kiemenbüschel besitzen [illegible] in ihrem Baue Molchlarven gleichen. [illegible] unterscheiden sie sich dadurch, daß [illegible] brochenen Generationsfolgen sich [illegible] pflanzen, weshalb man sie früher [illegible] Thiere hielt. Nichtsdestoweniger sind [illegible] aber fortpflanzungsfähig in diesem [illegible] manche von diesen Larven verlieren [illegible] schließen die Kiemenlöcher und werden [illegible] (Ambystoma punctatum, Fig. 16), [illegible] der spanische Rippenmolch (Rippe[illegible] Pleurodeles Waltii, Fig. 12), mit [illegible] den Rippen, und der winzige Brille[illegible] (Salamandrina perspicillata, Fig. 1[illegible]

Familie der Wassermolche (Triton[illegible] vorigen, aber mit seitlich zusammengedr[illegible] Flosse umsäumtem Ruderschwanze. [illegible] Tümpeln und kleinen Bächen und [illegible] einzeln an Wasserpflanzen ab. Die [illegible] Kiemen, die sie auch oft den [illegible] halten. Bei unserm Flossenmolch [illegible] mander, Triton cristatus, Fig. [illegible] Männchen einen gezackten Kamm [illegible] Paarungszeit.

Familie der Riesenmolche (Cryptob[illegible] breit, platt, Augen sehr klein, kurze [illegible] platten Zehen, zusammengedrückter [illegible] Kiemenbogen erhalten aber weder Kiemen[illegible] löcher. Hierher der japanische Rie[illegible] (Megalobatrachus maximus, Fig. 1[illegible] lang, träges aber tückisches Thier.

Gruppe der Lochmolche (Der[illegible]

Ohne Kiemen, aber mit bleiben[illegible] löchern am Halse.

Familie der Aalmolche (Amphiu[illegible] gestrecktem, aalförmigem Körper, drei [illegible] Zehen an den kleinen, weit auseinan[illegible] Füßen. Die abgebildete Art (Aalm[illegible] tridactylum, Taf. 21, Fig. 17), in [illegible] von Carolina, bis 3 Fuß lang.

Familie der Fischmolche (Menopo[illegible] kurz, molchartig, vorn fünf, hinten [illegible] Virginien.

Gruppe der Kiemenmolche (Ich[illegible]

Bleibende Kiemenbüschel.

Familie der Armmolche (Sirenida) [illegible] aalförmig, keine Hinterfüße, stumm[illegible] füße, drei Kiemenspalten mit Büschel[illegible] bildete Art (Armmolch, Siren lac[illegible] Fig. 19) in Carolina, dreizehig.

Familie der Olme (Proteida). [illegible] vorn drei, hinten zwei Zehenstummel [illegible] spalten. Die abgebildete Art (Olm, [illegible] nus, Fig. 18) in den Höhlengewässern

tien, hat rudimentäre, unter der Haut ver-
ıgen, einen sehr langen Körper von Fleisch-
eine breite Flosse am Schwanze.

ng der Schleichenlurche (Apoda).

wurmförmig, ohne Füße und
Biconcave Fischwirbel.

nur die Familie der Blindwühlen (Coe-

rper dieser Thiere, welche man früher zu
ngen zählte, hat etwa die Gestalt eines
enwurms, der nach vorn und hinten fast
ɜ zugestutzt erscheint. Die ganze Haut ist
weich, schleimig, wurmförmig geringelt und
gelegt und in diesen Falten stecken ver-
ɔ in besondern Täschchen kleine durchsichtige
, welche durchaus den Schuppen der Fische
nd wie diese mit concentrischen Linien besetzt
zeigt sich keine Spur von Gliedmaßen, weder
ı, noch an dem Skelet. Der Kopf ist kegel-
ɔie Schnauze etwas vorgezogen, die mittel-
undspalte auf der untern Seite dieses Kegels
. Der Schädel hat zwei seitliche Gelenk-
ɔer After befindet sich ganz hinten am Ende
ers, etwas auf der Unterfläche, und zeigt
iche, gleichförmig zusammengezogene Gestalt;
tlicher Schwanz existirt mithin gar nicht.
ılöcher liegen vorn an der Schnauze, hinter
ihnen findet sich bei den meisten Gattungen
eine blinde Grube, deren Bedeutung nicht
kannt ist. Die Augen sind bei allen nur
c, bei einigen Arten deutlich sichtbar, bei
inzlich von der darübergespannten Haut ge-
ffnet man das Maul, so sieht man in der
andung zwei concentrische Reihen starker,
ıch hinten gekrümmter Hakenzähne, von wel-
äußere Reihe dem Oberkiefer, die innere den
einen angehört; der Unterkiefer zeigt nur
ɔ; zwischen seinen Aesten liegt die vollkommen
fene, rundum angeheftete Zunge. Die Lar-
ı ein Kiemenloch und äußere Kiemenfransen.
re leben wie Regenwürmer in Südamerika
ı.

Klasse der Fische (Pisces).

(Tafel 22 bis 24).

nathmende Kaltblüter mit einfachem
aus Kammer, Vorkammer und Aor-
bestehend, mit paarigen Kiefern und
aßen, die zu Flossen umgewandelt
aarigen Sinnesorganen und un-
in der Mittellinie aufgestellten
Die Haut meistens mit Schuppen
Leben im Wasser.

rpergestalt der Fische ist meist gestreckt, spindel-
ɔst aber auch nach verschiedenen Richtungen
ndert. Es gibt fast runde oder elliptische
ndere wieder sind so sehr von den Seiten
ımengedrückt, daß der Körper einem Bande
er senkrecht gestellten Scheibe gleicht, deren
nte von dem Rücken, die untere von dem
gebildet wird. Bei manchen Familien findet
as Gegentheil statt, indem, wie z. B. bei den
der ganze Körper von oben nach unten ab-
erscheint und so eine horizontale Scheibe
deren Kanten von den Rändern der Brust-
ebildet werden. Die Eintheilung des Körpers
tonen unterliegt besondern Schwierigkeiten;
ſ ist niemals von dem Rumpfe durch einen
trennt, sondern im Gegentheile so in einer
mit den Contouren desselben fortgesetzt, daß keine Trennung nachgewiesen werden kann. Bei den meisten Knochenfischen zeigt sich zwar eine solche Trennung äußerlich durch die Kiemenöffnung, welche auch im gemeinen Leben das Ohr der Fische genannt wird; allein da bei diesen die sonst am Halse angebrachten Kiemen unter den Kopf selbst geschoben sind, so ist dieser Spalt vielmehr die Grenze zwischen Hals und Rumpf. Ein Schwanz kommt allen Fischen ohne Ausnahme zu, d. h. eine hintere Fortsetzung des Körpers, welche das wesentlichste Bewegungsorgan bildet und keine Eingeweide mehr birgt; allein auch hier läßt sich die Grenze des Schwanzes meist nur durch die Lage des Afters von außen bestimmen, da der Rumpf ganz allmählich in denselben übergeht und die Stellung der hintern Gliedmaßen seine Grenze durchaus nicht angibt.

Da die Fische lediglich nur zum Aufenthalt im Wasser bestimmt sind, so ist auch ihr ganzer Körperbau, und namentlich die Bewegungsorgane diesem gemäß eingerichtet. Mächtige Muskeln liegen zu beiden Seiten der Wirbelsaite vom Kopfe bis zur Schwanzspitze hin und bilden eigentlich nur zwei Hauptmassen, die indessen meistens noch seitlich so getheilt sind, daß man vier Muskelzüge unterscheiden kann, zwei obere zu beiden Seiten der Dornfortsätze gelegen und den Rücken bildend, und zwei untere unter der Wirbelsäule auf den Rippen und den untern Dornfortsätzen sich hinziehend, welche die Bauchwandungen und die untere Seite des Schwanzes bilden. Diese Hauptmuskelmassen dienen wesentlich nur zur kräftigen Seitwärtsbewegung des Rumpfes und Schwanzes und zeigen eine eigenthümliche Bildung, indem sie gewissermaßen in eine Menge von Ringen zerfallen, welche durch Sehnenblätter voneinander getrennt sind, deren je eines einem Wirbel mit seinen Dornfortsätzen und Rippen entspricht. Diese Sehnenblätter sind der Stellung der Fortsätze gemäß gebogen, sodaß man nach dem Abziehen der Haut auf der Oberfläche parallele Zickzacklinien sieht, welche diesen Sehnenblättern entsprechen und auf einem queren Durchschnitte gewahrt, daß diese Muskelblätter tutenartig ineinanderstecken.

Zur Vergrößerung der Oberfläche, welche der Körper beim Schwimmen bietet, dienen die senkrechten Flossen, welche keinem Fische fehlen und beim Embryo aus einem Hautsaume hervorgehen, der sich um den ganzen hintern Theil des Körpers, vom Anfange des Rückens bis zum After hin erstreckt und zuweilen in seiner ganzen Länge bestehen bleibt (Aale). In den meisten Fällen aber schwindet der Hautsaum an einzelnen Stellen, entwickelt sich dagegen an andern und wird dann meistens durch Strahlen verschiedener Natur (hornig, knöchern u. s. w.) gestützt. Meist geschieht die Trennung so, daß drei Abtheilungen hervortreten; eine, welche den Rücken einnimmt, Rückenflosse (Pinna dorsalis), eine andere, das Ende des Schwanzes behauptende, Schwanzflosse (Pinna caudalis), und eine dritte, die an dem untern Rande, meist unmittelbar hinter dem After angebracht ist und die Afterflosse (Pinna analis) genannt wird. Rücken- und Afterflossen können in mehrfacher Zahl vorkommen, wie denn überhaupt in Gestalt, Bildung, Erstreckung und Vorhandensein dieser Flossen die größte Mannichfaltigkeit herrscht. Es sind diese Flossen stets von Strahlen gestützt, zwischen welchen eine dünne, aber feste Haut ausgespannt werden kann; nur bei einigen Familien findet sich auf dem Rücken eine kleine Flosse, die keine Strahlen besitzt und die Fettflosse (Pinna adiposa) genannt wird. Die Strahlen selbst aber, welche sowol in diesen als in den paarigen Flossen vorhanden sind, zeigen sehr verschiedene Natur. Bei

den Knorpelfischen finden sich hornige, ungegliederte, weiche, biegsame Strahlen in ungemeiner Anzahl, die sich zerfasern und gewöhnlich auf Querreihen cylindrischer Knorpelstückchen aufgesetzt sind, welche meist, besonders an den Brust- und Bauchflossen, die Basis des Theils der Flosse bilden, der die Strahlen zeigt. Außer diesen Strahlen findet man bei den Knorpelfischen noch große Stacheln, höchstens aber nur einen in einer Flosse, die aus Zahnsubstanz bestehen, innen hohl sind und oft auf einem Knorpelzapfen aufsitzen. Bei den Knochenfischen trifft man zwei Arten von Strahlen in den Flossen; in dem einen Falle sind diese Strahlen einfache Knochenstacheln, die spitz zulaufen und an ihrem untern, etwas verdickten Ende die Gelenkfläche tragen, mit der sie auf dem Flossenträger befestigt sind. Meist sind diese Stachelstrahlen hart und spröde, sodaß sie selbst empfindlich verwunden können, und nur bei wenigen Familien erscheinen sie so dünn und zart, daß sie weich und biegsam werden. Sie können sich mit Ausnahme der Schwanzflosse in allen übrigen Flossen finden, bilden aber immer nur die vordere Partie der Flossen und werden stets nach hinten von weichen Strahlen gefolgt. Diese weichen oder gegliederten Strahlen bestehen zwar meist ebenfalls aus Knochensubstanz, sind aber der Quere nach in einzelne Abtheilungen zerlegt und zertheilen sich zugleich der Länge nach dichotomisch, sodaß sie, je länger sie werden, desto mehr sich fächerartig ausbreiten, während sie zugleich dünner und biegsamer werden. Alle diese Strahlen sind auf besondern Knochen eingelenkt, welche in der Mittellinie zwischen den großen Muskelmassen stecken und meistens die Gestalt einer mit der Spitze nach innen gerichteten Dolchklinge zeigen. An diesen Flossenträgern setzen sich kleine Muskeln fest, welche die Strahlen aufrichten und niederlegen, also die zwischen ihnen liegende Flossenhaut spannen und erschlaffen können.

Die paarigen Flossen entsprechen, wie schon bemerkt, den Gliedmaßen der übrigen Wirbelthiere und zeigen als solche eine von den senkrechten Flossen durchaus verschiedene Structur, wenngleich die Bildung ihrer Strahlen mit der bei jenen vorkommenden übereinstimmt; die Brustflosse (Pinna pectoralis) fehlt zuweilen ganz, meistens ist sie vorhanden und steht dann immer unmittelbar hinter den Kiemen am Beginne des Rumpfes; sie besteht ursprünglich aus drei Theilen, aus dem Schultergürtel, welcher eine bogenförmige Gestalt hat und anfangs aus einem einzigen Knorpelstücke besteht, welches bei der Verknöcherung in mehrere Stücke zerfällt, die man als Schulterblatt, Schlüsselbein und Rabenbein unterschieden hat; aus einem mittlern, kurzen, aus kleinen Knöchelchen bestehenden Stücke und dann aus den Strahlen, welche zuweilen eine so bedeutende Länge erreichen, daß die Flossen als unvollkommene Luftruder (bei den fliegenden Fischen) dienen können. Selbst wenn, was selten, die Brustflossen fehlen, ist doch der Schultergürtel entwickelt. Die Bauchflossen (Pinnae abdominales) fehlen oft gänzlich; man nennt solche Fische fußlose (Apodes); sie sind sehr einfach gestaltet, kaum in Verbindung mit dem übrigen Skelet, und können eine verschiedene Stellung einnehmen. Bei den meisten stehen sie unter dem Bauche, dem After etwas näher als der Kehle; dies sind die Bauchflosser (Pisces abdominales). Zu diesen gehören z. B. die Karpfen und Forellen.

Bei den Brustflossern (Pisces thoracici), zu denen unser Barsch zählt, stehen die Bauchflossen entweder unmittelbar unter oder dicht hinter den Brustflossen, sodaß ihre Träger innen meist an dem Schultergürtel befestigt sind. Bei den Kehlflossern endlich, von denen in unsern süßen Aalquappe oder Trüsche (Lota) ein kann, stehen die Bauchflossen noch vor in dem dreieckigen Kehlraume, und gewöhnlich an dem Vereinigungspunkt beine an dem Schultergürtel befestigt diese verschiedene Stellung der Bauch- Linné und viele Naturforscher nach ihr wesentliche Grundlage der Eintheilung Klasse benutzt werden darf, so kann man andern Seite nicht verkennen, daß die andern Eigenthümlichkeiten der Organisation sammenhange steht und deshalb eine rücksichtigung verdient.

Die Haut der Fische und die verbindungen, welche ihr angehören, verdienen thümlichkeit wegen eine ganz besondere Allgemein findet man dieselbe aus Schichten zusammengesetzt, einer tiefern verschlungenen Zellgewebsfasern gebildet die verschiedene Schuppen und Deckbilder Innern trägt, über welche eine Oberhaut gebreitet ist, die meist sich in zähen Außenfläche auflöst. Die verschiedenen den Fischen die oft so lebhaft glänzend leihen, bestehen meistens aus fettigen stanzen, die theils in der Dicke der Lederhaut zwischen ihr und der Oberhaut abgelagert die Silberfarbe, die fast bei allen Fischen und bei vielen sich auch über innere Häute fell und die Schwimmblase z. B. erstreckt eigenthümlichen, dünnen mikroskopischen vorgebracht, die abgeplattete Hornzellen

Bei manchen Fischen findet sich eine Haut; bei den meisten aber Schuppen Plättchen von horniger Consistenz, welche Taschen der Haut sich bilden und Weise dachziegelförmig übereinanderliegen einen völligen Panzer um den Körper Uebereinanderlagerung, welche indessen z. B. bei den Aalen, gänzlich fehlt. Theil der Schuppen auf der Oberfläche während der vordere, tiefer in der Haut Theil von der vorhergehenden Schuppe Die gewöhnlichen Schuppen zeigen fläche eine große Anzahl concentrischer bald mehr, bald minder vollständige Art Mittelpunkt beschreiben, der bald Mitte, bald mehr nach hinten liegt, diese Linien meist unregelmäßig werden. concentrischen Linien sieht man auf den Streifen, welche von dem Centrum strahlen als Nähte oder Spalten darstellen, die förmliches Netz bilden. Der hintere Rand kann entweder glatt abgerundet, oder gezackt, oder selbst mit Stacheln besetzt Man hat die erstern Rundschupper (Cycloidei) letztern Kammschupper (Ctenoidei) genannt Bildung eine größere Bedeutung für die zugeschrieben, als ihr wirklich zukommt. Schuppen dicker, so bilden sich aus der Knochenkörperchen und endlich wahre Knochen die dann wie von einer Schmelzlage überzogen indem die äußere Lage feine Ausläufer der körperchen zeigt, ähnlich der Zahnsubstanz die Fische, welche solche dicke Knochenschuppen die bald viereckig, bald rund sind, Schuppen (Ganoidei) genannt; später aber den

iedener Bedeutung auf eine besondere Ordwendet. Endlich kann die Zahnsubstanz so werden (bei Rochen und Haien), daß man hen Hautzähnen sprechen kann, welche ebenso ßern Haut stecken, wie die Kieferzähne in mhaut. Nach anderer Richtung hin ent- die Knochenschuppen zu Knochentafeln, welche nenlegen und einen förmlichen Panzer bilden offerfische), und solche Hautknochen treten Kopfe in innige Verbindung mit dem innern werden auf solche Weise Schädelknochen. heile der Schuppen oder Knochentafeln können acheln, Haken u. s. w. entwickeln.

den angeführten Deckgebilden findet man noch llen Fischen besondere Kanäle in der Haut mit der Schleimabsonderung im Zusammen- en sollen und deshalb die Schleimgänge erden, wahrscheinlich aber eine ganz andere haben. Der Schleim, welcher die Ober- Fische schlüpfrig macht, ist in Wahrheit nur Schicht ihrer im Wasser aufgeweichten Ober- che sich ganz so verhält, wie die Oberhaut- erer Zunge oder der innern Darmhaut. Die n Schleimgänge selbst bestehen aus einem kanale, der meistens in der ganzen Länge rs sich hinzieht, von einer faserigen, sehr chleimhaut ausgekleidet ist und eine Menge mälchen absendet, welche durch besondere nach außen münden. Die aufeinander- leihe dieser Schuppen bildet die sogenannte nie, die sich bei den meisten Fischen außen se erkennen läßt und vielfachen, zur Charak- r Gattungen und Arten sehr brauchbaren beiten unterliegt. Gegen den Kopf hin steht tenkanal meistens mit besondern Röhren in ig, die gewöhnlich in den äußern Schädel- der in eigenen Knochenröhren eingeschlossen mehr oder minder weit an dem ganzen Kopfe iten. Es gehen diese Röhren von besondern n aus, die an ihrem Grunde stets Nerven welche sehr eigenthümliche Geflechte bilden, ausbreitungen der Hörnerven in den Am- halbcirkelförmigen Kanäle gleichen und so Vermuthung leiten, daß man es hier eher eigenthümlichen Sinnesorgane zu thun habe. uermäuligen Knochenfischen sind diese Kanäle und ihre knospenartigen, nervenreichen An- nders stark entwickelt und mit einer gallert- alze erfüllt, welche auch nicht die mindeste t mit dem Schleime hat, der die Oberfläche überzieht.

Skelet läßt sich die allmähliche Ausbildung iedersten bei den Embryonen und den letzten rklassen ausgeprägten Anfängen an verfolgen. st die Wirbelsäule betrifft, so läßt sich bei n und einigen Ganoiden noch keine Spur lkörpern entdecken; es existirt nur eine Rücken- rda dorsalis), auf welcher obere und untere ke aufsitzen, die sich zum Rücken- und Blut- ammenschließen und nach oben Dornfortsätze, en Rippen ausstrahlen. Bei den Seekatzen a) beginnt die Bildung der Wirbelkörper in n Ringen, welche in der Scheide der Chorda Bei allen übrigen Fischen endlich tritt eine r minder vollständige Verknöcherung ein, so- einer Wirbelsaite eine Reihe von Wirbel- hintereinander liegt, die gewöhnlich eine e Gestalt haben und häufig in der Mitte zu- drückt sind. In diese Wirbelkörper, die bei pelfischen nur netzförmig verknöchern, erscheinen meistens die obern und untern Bogenfortsätze zapfenartig eingesenkt, sodaß sie sich nicht selten mit Leichtigkeit trennen lassen. Die Wirbelkörper selbst sind bei den meisten Fischen vorn wie hinten in der Weise kegelförmig ausgehöhlt, daß die Spitzen dieser Höhlungen in der Mitte der Wirbelachse zusammentreffen und hier durch ein kleines Loch miteinander verbunden sind. Die Wirbelkörper berühren einander demnach nur mit ihrem äußern Rande und lassen doppelkegelförmige Höhlungen übrig, welche mit einer gallertartigen Sulze, dem Reste der ursprünglichen Wirbelsaite, ausgefüllt sind. Nur ein einziger von allen bisjetzt bekannten Fischen, der Knochenhecht (Lepidosteus), erhebt sich über diese Bildung, indem bei ihm Wirbelkörper vorkommen, die vorn einen Gelenkkopf und hinten eine runde Gelenkhöhle besitzen. Auf diesen Wirbelkörpern, die bald knorpelig, bald mehr oder minder verknöchert sind, stehen die obern oder Nervenbogen, welche meistens über dem Rückenmarke zu einem einfachen Dornfortsatze verschmelzen, dessen Basis zuweilen noch einmal auseinanderweicht, um ein faseriges Längsband zu bilden. Meist gehen von der Basis dieser obern Bogen noch eigene schiefe Fortsätze oder Gelenkfortsätze aus, welche nach hinten und vorn mit den entsprechenden Fortsätzen der anstoßenden Wirbel articuliren. Die untern Bogenstücke sind in der Bauchgegend gewöhnlich nach außen gerichtet und stoßen in dieser Gegend in der Mittellinie nur selten zusammen, um einen Kanal für die Aorta und die Hohlvene zu bilden; dagegen tragen diese mehr nach außen gerichteten untern Bogen, welche man auch die Blutbogen nennen könnte, die die Bauchhöhle umfassenden Rippen. Weiter nach hinten, gegen die Schwanzgegend hin, treten diese Bogenstücke in der Mitte zu einem Kanale für die Gefäße zusammen, obgleich sie dort noch häufig Rippen tragen, und in dem Schwanze selbst vereinigen sie sich meistens zu einem langen Dornfortsatze, sodaß hier ihre Bildung vollkommen derjenigen der obern Bogen entspricht. Die Rippen, welche zuweilen sehr stark sind, in andern Fällen gänzlich fehlen, vereinigen sich niemals in ein eigentliches Brustbein, sondern endigen stets frei im Fleische. Zuweilen, wie bei den Heringen, ist freilich das Brustbein durch eine starke Reihe scharfer gekielter Schuppen angedeutet, mit denen die Rippen durch Sehnenbänder verbunden sind. Außer diesen auch sonst bei den übrigen Wirbelthieren vorkommenden Bildungen finden sich bei vielen Fischen noch besondere knochige Stacheln oder Fleischgräten, welche sich in den Sehnenblättern bilden, die man an den Massen der Seitenmuskeln beobachtet. Zuweilen werden diese Fleischgräten so ausnehmend stark, daß man sie selbst mit den Rippen verwechseln kann, mit denen sie gewöhnlich in mehr oder minder genauer Verbindung stehen.

Die Bildung der Schwanzflosse ist nicht ohne Wichtigkeit. Bei den Embryonen krümmt sich zu einer gewissen Zeit das Ende der Chorda mit den darum entstehenden Wirbelkörpern nach oben und die Strahlen der Flosse setzen sich unter diesem emporgebogenen Ende an, sodaß dasselbe in den obern Lappen der Schwanzflosse sich fortsetzt. Man hat diese Flossen, die z. B. bei vielen Haien vorkommen, heterocerke genannt. Bei den meisten Knochenfischen werden die Strahlen der Schwanzflossen von einer zusammengesetzten Knochenplatte getragen, welche das Ende der Wirbelsaite und der Wirbelkörper enthält. Solche Flossen heißen homocerke. Beide Flossenarten, in ihren äußersten Formen wol geschieden, gehen durch so allmähliche Uebergänge zusammen, daß keine Grenze bestimmt werden kann.

An dem Schädel zeigt sich deutlich die allmähliche Ausbildung von einem knorpeligen Urschädel, Primordialschädel aus, der anfangs eine knorpelige, ungetheilte Hülle um das Gehirn und die Sinnesorgane bildet. So zeigt sich der Schädel der Quermäuler (Plagiostomen) als eine mehr oder minder vollständige Knorpelkapsel um das Gehirn, mit becherförmigen Ausbreitungen zum Schutze der Augen und der Nase und innern Räumen für das Gehörorgan, und einem Gelenke gegen den Hals hin, ohne eine Spur von Deckplatten oder eigentlichen Knochenbildungen. Bei den Stören zeigt sich dieselbe Knorpelmasse, in welcher das vordere Ende der Wirbelsaite steckt, ohne daß eine Spur eines Gelenkes vorhanden wäre; aber dieser knorpelige Urschädel ist von oben wie von unten mit knöchernen Deckplatten belegt, die nur seitliche Lücken für die Anheftung des Kiefergaumenapparates lassen. Indessen gehören die obern Deckplatten nicht jenem scharfbestimmten Systeme an, das bei den übrigen Knochenfischen ausgebildet ist und den Schädel bildet, sondern es sind bloße Hautknochen, vollkommen ähnlich denjenigen, welche auch auf dem Rumpfe entwickelt sind, deren Zahl und Gestalt sogar von einer und der andern Art wechselt. Auf der Unterfläche des Schädels findet sich nur eine einzige knöcherne Platte, die sich sogar nach hinten über den Raum erstreckt, welcher den ersten Halswirbeln entspricht.

Bei den sämmtlichen Knochenfischen nun lassen sich deutlich die allmählichen Fortschritte der Verknöcherung des Schädels darthun. Fast bei allen existirt unter den Knochen, die sich zu einer mehr oder minder vollständigen Kapsel zusammenlegen, eine knorpelige Grundlage, die ebenfalls eine Hülle um das Gehirn bildet und als die ursprüngliche Schädelkapsel, als der Ur- oder Primordialschädel angesehen werden muß. Unter unsern gewöhnlichen Süßwasserfischen sind es vorzüglich die Forellen und der Hecht, bei welchen diese knorpelige Schädelgrundlage in größter Ausbildung während des ganzen Lebens entwickelt bleibt, sodaß man an einem gekochten Kopfe die größte Zahl der Schädelknochen abnehmen kann, ohne das Gehirn anders als stellenweise bloßzulegen, indem es fast überall von der innern knorpeligen Kapsel des Urschädels umschlossen bleibt. Es ist sehr wohl in das Auge zu fassen, daß diejenigen Schädelknochen, welche wir mit dem Namen der Deckplatten bezeichnen, sich durchaus nicht aus diesem ursprünglichen Knorpel entwickeln, sondern aus häutigen Grundlagen, die niemals vorher in Knorpel übergehen, und daß die Deckplatten nur durch ihr Wachsthum die ursprüngliche Knorpelkapsel verdrängen; bei den Barschen ist dies schon mehr der Fall als bei den Hechten; bei den Weißfischen erhalten die Knochenbildungen durchaus das Uebergewicht, und bei den Aalen ist die ursprüngliche Knorpelkapsel durchaus verschwunden im erwachsenen Zustande und gänzlich durch die Knochen verdrängt. Die Knochen aber, welche den Schädel sowie das sonstige Kopfskelet zusammensetzen, sind trotz äußerst verschiedener Formen stets nach demselben Grundplane gebaut und entsprechen den Schädelknochen der höhern Wirbelthiere, bei denen sie sich auf analoge Art bilden, wenngleich die knorpelige Schädelgrundlage bei diesen stets nur im embryonalen Zustande vorhanden ist.

Der durch die Vereinigung seiner verschiedenen Knochen gebildete Schädel zeigt sich nun als eine vollständige Kapsel, die das Gehirn und die Ohren gänzlich einhüllt, für Augen und Nase dagegen mehr oder minder tiefe Gruben zeigt. Gewöhnlich sind die Nasengruben vollständig getrennt und setzen sich nach hinten durch die knorpelige Masse, welche den Kern der Schnauze bildet, in zwei nur von den Geruchsnerven durchzogene Kanäle fort, welche sich in die meist ganz Augenhöhlen öffnen. Diese sind meist in der Mitte nur durch eine häutige Scheidewand getrennt, welche bei dem knöchernen Schädel sie in ein durchgehendes Loch zusammenfließen, welches oben von den Stirnbeinen, unten von dem Keilbeine gedeckt ist. Die Höhlen für die Gehörorgane sind theils in den knöchernen Knochen, theils in den Knorpeln angelegt und zwar in der Weise, daß ein Theil davon mit der Hirnhöhle zusammenfließt. Auf der Außenfläche des Schädels zeigen sich sehr wechselnde Gruben, Kämme und Leisten, deren Bildung oft für die einzelnen Gruppen und Familien sehr charakteristisch ist. Namentlich erhebt sich gewöhnlich auf der Mitte des Hinterhaupts ein mehr oder minder hoher, von dem obern Hinterhauptsbeine gebildeter Kamm, der sich zuweilen über den ganzen Schädel wegzieht und oft noch von zwei seitlichen Kämmen begleitet wird, die durch tiefe Gruben getrennt sind.

Als besondere Anhänge des Schädels zeigen sich noch zwei verschiedene Gruppen fester Theile, die Lippenknorpel bei den meisten Knorpelfischen und die Knochen der Schleimkanäle bei den meisten Knochenfischen. Erstere sind bei den Rochen nur schwach, bei den Haien dagegen oft so stark entwickelt, daß sie den Kiefer an Größe übertreffen. Als Schleimkanalknochen stellen sich bei den meisten Knochenfischen besonders diejenigen Gebilde hin, welche sich in einem vollständigen Halbkreise um den untern Rand der Augenhöhle herumziehen, ja bei einigen, den Stachelwangen, sogar sich so weit ausdehnen, daß sie zuletzt hinten mit dem Vorderdeckel verwachsen und so einen förmlichen Panzer für die Wange bilden.

Von besonderer Wichtigkeit, auch für die Systematik, erscheinen die beweglichen Knochen, welche die Mundaushöhlung und den Kiemenapparat umgeben. Der eigentlicher Oberkiefer fehlt nur den Seelachen (Chimaera), wo die breiten Zahnplatten unmittelbar an die Unterfläche des Schädels angewachsen sind, die auch der Unterkiefer sich mit seinem durch einen Schädelfortsatz getragenen Gelenk anheftet. Bei den Haien und Rochen ist der vom Schädel getrennte Oberkiefer durch ein Gelenk mit dem Unterkiefer und dieses wieder an dem Schädel durch den ersten Jochbeinbogen befestigt. Bei den Stören ist der ganze Apparat so aufgehängt, daß er weit nach unten ausgestreckt werden kann. Bei den Knochenfischen ist gewöhnlich der vordere Rand des Maules von dem Oberkieferbogen gebildet, der aus zwei Paaren von Knochen besteht, mehr nach innen aus den Zwischenkiefern, Taf. 24, Fig. 7 (22), nach außen und hinten dagegen von den eigentlichen Oberkiefern (21). Sie selten sind die Zwischenkiefer miteinander oder mit dem Schädel verwachsen, meistens haben sie die Form eines Winkelhakens, dessen äußerer Ast den Mundrand bildet, und Zähne trägt, während der innere in einer Rinne der Schnauzenspitze eingelenkt ist. Bei den Fischen mit vorstreckbarem Maule, wie bei den Mänden und Sonnenfischen, ist dieser innere Ast des Zwischenkiefers sehr lang und gleitet dann in seiner Rinne mit Leichtigkeit auf und nieder, wodurch das Maul röhrenförmig vorgeschnellt werden kann. Der äußere Ast bildet meist für sich ganz allein den Rand der Mundspalte, sodaß der eigentliche Oberkiefer hinter ihm im Fleische verborgen liegt und deshalb auch von Alten Anatomen als Schnurrbartbein (Os mystacis) bezeichnet wurde. Bei vielen Fischen, wie beim Hechte zum Beispiel, bildet der Oberkiefer zwar den hintern

Rundrandes, trägt aber keine Zähne, und r wenigen ist das Verhältniß so wie bei und Forellen, wo der zahntragende Ober- n den Zwischenkiefer anfügt und die Mund- hinten zu fortsetzt. Zuweilen fehlt der anz, in andern Fällen ist er sogar in zwei e Stücke zerfallen.

e der Mundhöhle finden sich die Gaumen- beine, und in der Mitte, als Deckplatte s, das Pflugscharbein, die alle mit Zähnen können.

n Unterkieferhälften, deren jede aus mehrern teht (Fig. 7 [29, 30, 32]), sind nur seiten n Winkel miteinander verwachsen, aber Fasermasse unbeweglich verbunden. Das n Winkel bildende Zahnstück trägt allein

terkiefergelenk gestattet fast immer nur eine ebelbewegung von unten nach oben und einer Art Flügelthür unter sich unbeweg- ben getragen, die mit dem Gaumenbogen fest verbunden, von beiden Seiten her die nd Rachenhöhle begrenzen und deren Er- und Verengerung möglich machen. Diese pelthür, auf deren Außenseite sich die Kau- stsetzen, ist gewöhnlich an drei Stellen eng Schädel eingelenkt.

gewöhnlichen Knochenfischen findet sich an Seite des auf diese Weise von den ange- nochen gebildeten Flügels ein gewöhnlich rmiger Knochen, welcher meistens oben von ktung des Zitzenbeins an dem Schädel bis Unterkiefergelenk sich hin erstreckt und mit je an den Rand des Zitzenbeins, des Ham- und des Quadratbeins eingelenkt ist. Dieser t der Vorderdeckel (Praeoperculum [34]), e Systematik sehr bedeutsamer Knochen, weil einem freien Rande meist hinten an der rvorsteht und hier oft besondere Vorsprünge, en und Stacheln zeigt, die bei Familien, und Arten eine große Beständigkeit wahr- ssen.

rderdeckel ist meist in seiner ganzen Länge n Hauptarm des Schleimkanals durchzogen, ach unten weiter auf den Unterkiefer fort- r seinen vorstehenden Rand bergen sich die welche den Kiemendeckel zusammensetzen und e Klappe auf der Kiemenspalte sich auf- und gen. Gewöhnlich ist dieser Kiemendeckel- er bei den übrigen Wirbelthieren kein Ana- und zu den Hauptknochen gezählt werden drei Stücken gebildet, dem Kiemendeckel m [35]), welcher auf seiner innern Seite eine enkgrube trägt, mittels der er an einem ortsatze des Zitzenbeins eingelenkt ist; dem kel (Suboperculum [36]), meistens durch dem untern Rande des Kiemendeckels verbun- dem Zwischendeckel (Interoperculum [37]), n Raum vor dem Unterdeckel gegen den Vorder- ausfüllt. Die gegenseitigen Verhältnisse dieser en, ihre Gestalt, ihre äußern Verzierungen n mannichfaltiger Weise und bieten vortreff- raktere zur Unterscheidung der Gattungen n dar.

man den Apparat, den wir soeben be- weg, so zeigt sich die Mundhöhle der sche durch vielfache Bogen beschränkt, von e meisten Kiemenfransen tragen, der vordere Zungenbogen, niemals deren besitzt. Die n dieses Bogens laufen vorn in dem Zungen- beine (Os hyoideum [40—42]) zusammen, welches aus einer Reihe unpaarer, in der Mittellinie hintereinanderlie- gender Knochenstücke besteht, die zwischen den beiden Untet- kieferästen den Kiel der Kehle bilden und an welchen auch die übrigen Kiemenbogen angeheftet sind. Nach vorn setzt sich dies Zungenbein meist in einen eigen- thümlichen Knochen, den Zungenknochen fort, wel- cher die vordere Spitze der Zunge bildet und sehr häufig mit Zähnen besetzt ist. Jeder Arm des Zungen- beinbogens besteht aus mehrern Stücken und setzt sich durch einen Griffelknochen innen an den Vorderdeckel an. An dem äußern untern Rande dieses Bogens sind fast bei allen Knochenfischen platte, säbelförmige Knochen eingelenkt, die zur Spannung der Kiemenhaut (Membrana branchiostega) dienen, welche den Kiemen- spalt unter der Kehle schließt. Die Zahl dieser Kiemen- hautstrahlen (44) ist äußerst beständig und wichtig für die Systematik. Bei einigen Ganoiden (Flösselhecht) wer- den sie durch zwei dreieckige Knochenplatten ersetzt, die den Kehlraum zwischen den Unterkieferästen von unten her decken. Bei den Knorpelfischen finden sich meist noch knorpelige Kiemenhautstrahlen, während der Kiemendeckelapparat ihnen gänzlich fehlt.

Hinter dem Zungenbeinbogen folgen einerseits an dem unpaaren Zungenbeine, andererseits an dem Schädel eingelenkt bei allen Quermäulern, Ganoiden und übrigen Knochenfischen vier harte Bogen, welche bei den meisten Knorpelfischen aus nur zwei Stücken zusammengesetzt sind, bei den Knochenfischen dagegen gewöhnlich vier besitzen und auf ihrer hintern Seite mit Kiemenblättchen besetzt sind, während sie vorn ge- wöhnlich Stacheln oder selbst Zähne tragen, die eine Art von Reuse am vordern Eingange des Schlundes bilden. Diese Kiemenbogen nehmen von vorn nach hinten an Größe ab und sind nach oben durch be- sondere Knöchelchen, die obern Schlundknochen (Ossa pharyngea superiora) an den Schädel befestigt. Gewöhnlich sind diese obern Schlundknochen nur klein und oft mit Zähnen besetzt, bei der Familie der La- byrinthfische aber werden sie ungeheuer groß, blatt- förmig gewunden und dienen als Reservoir für das Wasser, welches zur Anfeuchtung der Kiemen be- stimmt ist.

Als letzter Schluß der mit dem Zungenbeine in Zu- sammenhang stehenden Knochen verdient ein unvoll- ständiger Bogen Erwähnung, welcher bei dem Embryo zwar Kiemen trägt, die sich aber später verlieren und der bei dem erwachsenen Fische niemals den Schädel erreicht, sondern nur den Eingang des Schlundes von unten umfaßt. Gewöhnlich besteht dieser Bogen nur aus je einem seitlichen Knochenstücke, das, auf seiner Innenfläche häufig mit Zähnen besetzt ist und das man die untern Schlundknochen (Pharyngea inferiora) genannt hat. Bei einer ganzen Unterord- nung von Knochenfischen sind diese Schlundknochen in der Mittellinie zu einem einzigen unpaaren Stücke verwachsen.

Das Centralnervensystem besteht aus dem Rücken- marke und dem Gehirne, welches im Verhältniß zum Körper stets nur sehr klein ist, aus mehrern paarigen und einem dahinterliegenden unpaaren Theile zu- sammengesetzt ist und die Höhle des Schädels niemals vollständig ausfüllt. Die Riechnerven sind meist sehr groß und zeigen an ihrem Ursprunge oft mehrfache Ganglien; die Sehnerven bilden nur bei Knorpelfischen und Ganoiden ein Chiasma, wie bei den höhern Wirbel- thieren, tauschen sich dagegen bei den Knochenfischen vollständig aus.

Die Sinnesorgane sind stets paarig und wol aus- nahmslos vorhanden. Die Nase ist stets doppelt

und nur bei einigen, zugleich mit Lungen versehenen Fischen (Lepidosiren) mit hintern Oeffnungen in die Mundhöhle versehen. Bei allen übrigen ist die Nasenhöhle jederseits hinten blind geschlossen und liegt die gewöhnlich zierliche Sternfalten bildende Nasenschleimhaut jederseits in einer Grube, welche vorn an der Schnauze in dem Kopfknorpel angebracht ist und bald mit einer Klappe geschlossen werden kann, bei den Knochenfischen aber meistens zwei hintereinanderliegende Oeffnungen hat, von denen die vordere zuweilen eine durch eine Knochenplatte gestützte Klappe besitzt. Das Auge ist meistens sehr groß, vorn abgeplattet und scheint niemals zu fehlen, ist aber bei den blinden Fischen mit undurchsichtiger Körperhaut überzogen und entbehrt dann auch der Augenmuskeln, die sonst fast stets in der Sechszahl, vier gerade und zwei schiefe, vorhanden sind. Augenlider kommen nur selten vor und erscheinen dann gewöhnlich nur als Falten, die unbeweglich sind.

Das Gehörorgan ist stets ganz im Innern des Schädels vergraben und nur aus dem innern Labyrinth zusammengesetzt, mittleres und äußeres Ohr fehlen gänzlich. Das Labyrinth besteht aus drei halbcirkelförmigen Kanälen und einem centralen Theile, in welchem sich oft in einem besondern Sacke ein ungemein großer Gehörstein befindet. Der Klasse der Fische, aber sehr verschiedenen Ordnungen derselben, sind ganz eigenthümlich die elektrischen Organe, welche eine sehr verschiedene Disposition haben können.

Die Verdauungsorgane der Fische sind in mannichfacher Weise entwickelt und erreichen zuweilen einen hohen Grad von Complication. Von besonderer Wichtigkeit für die Systematik ist besonders der Eingang in die Verdauungswege, die Mund- und Rachenhöhle, deren Zusammensetzung durch verschiedene Knorpel- oder Knochenstücke wir schon vorher angaben. Es gibt in der That fast keinen Knochen unter der Zahl derjenigen, die an der Bildung der Mund- und Rachenhöhle Antheil nehmen, welcher nicht in diesen oder jenen Fällen mit Zähnen besetzt sein könnte. Einigen, wie den Stören und den Büschelkiemern, fehlen freilich die Zähne durchaus. Bei andern kommen sie nur an einzelnen Knochen vor, wie z. B. bei den Karpfen nur an den Schlundknochen; nur sehr selten sehen wir sie an allen zahntragenden Knochen entwickelt. Gewöhnlich findet man beim Oeffnen des Rachens eines Fisches auf dem Gaumengewölbe zwei parallele Zahnbogen, von denen der äußere den Zwischenkiefern, der innere den Gaumenbeinen angehört und einen mittlern, dem Pflugscharbeine zukommenden Streifen, während unten ein einziger Zahnbogen vom Unterkiefer und eine mittlere Reihe vom Zungenbeine getragen wird. Nach hinten zu sind gewöhnlich sämmtliche Kiemenbogen und die obern und untern Schlundknochen mit Zähnen und Spitzen besetzt und bilden so einen stacheligen Eingangstrichter in den Schlund. In seltenern Fällen nehmen auch die Oberkieferknochen, die Flügelbeine und das Keilbein an der Bezahnung Antheil und vervollständigen so die an dem Gaumengewölbe sichtbaren Zahnlinien.

Form, Structur und Einsetzung der Zähne sind äußerst mannichfaltig, sodaß sich alle möglichen Uebergänge von höchst feinen und dünnen, borstenähnlichen Zähnen, bis zu ungeheuern Fangzähnen, von schneidenden und spitzen Kronen zu breiten Mahlplatten, von fast schwammigen Gebilden zu steinharten, von eingekeilten und angewachsenen bis zu ganz lose in der Schleimhaut steckenden Zähnen finden.

Die Mund- und Rachenhöhle der Fische ist gewöhnlich trichterförmig nach hinten verengt, seitlich von den Kiemenspalten durchbrochen und setzt sich unmittelbar in den Schlund fort. Dieser Schlund ist gewöhnlich äußerst muskulös, zuweilen trichterförmig erweitert, gewöhnlich mit Längsfalten versehen und in seiner Structur oft so wenig von dem Anfange des Magens verschieden, daß man keine deutliche Trennung nachweisen kann. Der Magen selbst zeichnet sich gewöhnlich ziemlich scharf in einen Schlund- und Pförtnertheil, indem er meist hakenförmig umgebogen ist. Oft findet sich an der Stelle der Umbiegung ein mehr oder minder bedeutender Blindsack und zuweilen so groß wird, daß der Pförtneranhang wie ein Darm erscheint, welcher aus diesem Sack entspringt. An dem Ende des Pförtners findet sich gewöhnlich ein häutige Klappe und ein starker Muskelwulst, welcher zur Schließung desselben beiträgt. Unmittelbar hinter dem Pförtner finden sich bei den meisten Knochenfischen mehr oder minder zahlreiche darmartige Ausstülpungen, die Pförtneranhänge (Appendices pyloricae), deren Zahl von einigen zigen bis zu 60 und mehr ansteigen kann, bei einzelnen Arten aber sehr fix und bestimmt ist. Es sind diese Blinddärme, welche ganz dieselbe Structur besitzen, wie der übrige Darmkanal, einfach schlauchartig, zuweilen aber verzweigen sie sich so, daß sie mehr das Aussehen einer Drüse bekommen. Die Einmündungsstelle der Pförtneranhänge verlängert den Darmkanal meist in gleicher Weite, bald mehr oder minder gebogen, in der Bauchhöhle fort und geht mittelbar in den Afterdarm über, der bald mehr oder weniger bald weiter ist. Die vordere Hälfte des Afterdarms enthält bei allen Quermäulern und Ganoiden eine spiralförmig gewundene Klappe, deren freier schneidenförmiger Rand frei in die Darmhöhle hineinragt, die Oberfläche derselben vergrößert, oder eine Falte im Innern des Darms gerollte Klappe. Den eigentlichen Knochenfischen fehlt diese Spiralklappe meistens. Hinsichtlich der Länge des Darms finden mannichfache Verschiedenheiten statt. Bei den Rundmäulern zeigt derselbe keine Windungen und läuft in gerader Linie durch die Bauchhöhle vom Munde zum After, bei den gefräßigen Raubfischen ist er nur wenig gewunden, bei den Pflanzenfressern am längsten. After findet sich gewöhnlich ziemlich weit nach hinten, zuweilen aber weit nach vorn an die Kehle gerückt. Von den Nebendrüsen des Darms findet man beständig Milz und Leber vor, die erstere meist in Gestalt eines sehr blutreichen, rothen, abgeplatteten Körpers in der Nähe des Magens; die Leber ist gewöhnlich ungemein groß, von bräunlicher Farbe, sehr fettreich und zeigt fast überall eine Gallenblase, die mit lebhaft grüner Galle.

Die Athemorgane der Fische bestehen stets in Kiemen, und zwar meist aus weichen, vorspringenden häutigen, durch Knochen oder Knorpel gestützten Blättchen, auf welchen sich die Athemgefäße verzweigen und in deren Umkreis das Wasser durch den Mund, die rhythmischen Bewegungen des Kiemendeckelapparates und die Zusammenziehungen der häutigen und muskulösen Umgebungen der Kiemen erneuert wird. Kiemenblättchen selbst sind immer auf Bogen angebracht, welche die Rachenhöhle umfassen und durch Spalten voneinander getrennt werden. In Hinsicht der Ausbildung dieses Kiemenapparates finden sich mancherlei Verschiedenheiten statt. Bei den Quermäulern finden sich an den Seiten des Halses vier, fünf, selten sechs oder sieben Kiemenspalten, vor den Zwischenbrücken häutige Lamellen nach innen gerichtet, auf welchen beiderseits die Kiemenblättchen angebracht sind. Bei den Seekatzen finden sich dieselben Lamellen

Spalten, aber durch einen Kiemendeckel bedeckt, von außen nur ein Spalt nach innen führt. en Ganoiden und echten Knochenfischen endlich ie Kiemenspalten nach außen durch den knöchernen apparat geschützt, welchen wir bei dem Skelet eben, und wird auf diese Weise an jeder Seite alses eine weite Kiemenhöhle gebildet, in welcher emenblättchen frei flottiren und die nach außen eine mehr oder minder enge Spalte geöffnet ist, hdem der Kiemendeckel ganz frei ist oder durch ehende Haut an den Schultergürtel befestigt wird. hwankt die Weite der Kiemenöffnung zwischen xtremen, indem sie bald auf ein ganz kleines hen reducirt ist, wie bei den Aalen oder den Kiemern, bald wie bei den Heringen und Leucht- vom Nacken bis gegen die Spitze des Unter- bin sich fortsetzt. Auf dem Kiemenbogen stehen r Regel zwei Reihen lanzettförmiger Blättchen, durch ein dünnes knöchernes oder knorpeliges en gestützt werden, auf dem hintern Rande der nbogen eingelenkt sind und durch kleine Muskel- n und abgezogen werden können. Gewöhnlich er der vier Kiemenbogen mit einer Doppelreihe Blättchen besetzt, sodaß man vier vollständige findet; viele Knochenfische aber, wie nament- Lippfische und Sonnenfische, besitzen nur drei ie halbe, die Froschfische nur drei, die Gattung nur zwei und eine halbe, und Amphipnous gar nur zwei Kiemen, während einige Haien nus) sechs und sieben Kiemen besitzen. Bei chen mit mangelhaften Kiemen finden sich dann n, wie namentlich bei Amphipnous, eigenthüm- äcke vor, welche von der hintern obern Ecke menhöhle ausgehen, sich längs der Wirbelsäule uten erstrecken und auf deren Wänden sich gefäße verzweigen.

Einrichtung führt auf die Luftathmung, die gs bei einigen Wesen hergestellt ist, welche rchgehende Nasenlöcher besitzen und die man zu den Fischen oder Amphibien, oder auch ndere Klasse zwischen beide stellen kann (Lepi- Protopterus). Bei diesen existirt allerdings ige, d. h. ein Athemsack, in den Schlund ge- velcher venöses Blut empfängt und arterielles Alle übrigen Fische besitzen dagegen nur e überhaupt existirt) eine aus der Rückenfläche undes entspringende Ausstülpung, die mit ab- em Gase erfüllt ist, arterielles Blut erhält ses abgibt und gewöhnlich in der Mittellinie, n Eingeweiden der Bauchhöhle, jedoch unter e liegt. Diese Schwimmblase besteht bei Gattungen aus einer hintern und vordern zeigt zuweilen seltsame Anhänge und Ver- n, tritt bei einigen Familien, wie namentlich karpfen und Welsen, durch besondere Knöchel- Verbindung mit dem Gehörorgane und ist ständig abgeschlossen, bald durch einen offenen er sich gewöhnlich in die hintere, sehr selten eitliche oder vordere Wand des Schlundes t diesem in Verbindung. Daß diese Schwimm- ein hydrostatischer Apparat ist, läßt sich hließen; doch ist die volle Bedeutung um so ekannt, als sie sehr unbeständig ist und von verwandten Arten die eine sie besitzen kann, sie der andern fehlt.

erz besteht bei allen Fischen aus einer weiten er, einer muskulösen Kammer und einem n Arterienstiel. Es liegt unter der Kehle, durch Sehnen befestigt, in einem Sacke, der knorpelfischen unvollständig, bei den Knochenfischen aber vollständig gegen die Bauchhöhle hin abgeschlossen ist und so eine Art Zwerchfell darstellt. Das Herz selbst liegt nur in dem Bereich des venösen Blutlaufs und nimmt in einer einzigen, meist dünnhäutigen, ungetheilten Vorkammer das aus der Leber und dem Körper zurückströmende venöse Blut auf. Die Vorkammer mündet durch eine mittlere, mit halbmondförmigen Klappen versehene Oeffnung in die stark muskulöse Kammer, welche gewöhnlich eine dreiseitige Gestalt hat und auf ihrer innern Fläche viele Muskelbälkchen zeigt. Nach vorn setzt sich die Kammer mittels einer einzigen Oeffnung in die meist zwiebelartig angeschwollene Kiemenarterie fort, an welcher sich zwei wesentlich verschiedene Typen des Baues wahrnehmen lassen. Bei den Rundmäulern und den Knochenfischen finden sich nämlich an der Ausmündungsöffnung der Kammer nur zwei halbmondförmige Klappen, und der Stiel der Kiemenarterie wird nur durch eine Verdickung des Fasergewebes gebildet, aus welchem die ganze übrige Arterie gewebt ist. Bei den Ganoiden und den Quermäulern dagegen bildet der Arterienstiel wirklich eine Fortsetzung der Kammer und ist auf seiner äußern Fläche mit scharf abgegrenzten, selbständig contractilen Muskelfasern belegt, während auf der innern Fläche sich eine bedeutende Anzahl übereinandergestellter Klappen befindet, die in mehrfachen Querreihen, von welchen jede eine bedeutendere Anzahl von Klappen enthält, übereinanderstehen. Eine Uebergangsform zwischen beiden Typen wird durch einige Fische hergestellt, bei welchen die Zahl dieser innern Klappen mehr und mehr zurücksinkt.

Der Kreislauf des Blutes, welches bei allen Fischen roth ist und meist rundliche, scheibenförmige Blutkörperchen enthält, geht in folgender Weise vor sich. Von dem Herzen aus strömt das Blut durch die große Kiemenarterie und vertheilt sich zu beiden Seiten in die Gefäßbogen, welche die Kiemenblättchen speisen. Die zahlreichen Netze, welche von den Haargefäßen auf der Fläche dieser Kiemenblättchen gebildet werden, gehen in die Kiemenvenen über, deren sich je eine auf jedem Kiemenbogen sammelt, und diese Bogen treten dann wieder über dem Kiemengerüste zu einem einzigen Hauptstamme, der Aorta, zusammen, welcher unmittelbar unter der Wirbelsäule nach hinten verläuft und meistens in den untern Bogen der Dornfortsätze eingeschlossen ist. Bei denjenigen Fischen, bei welchen die hintern Kiemenbogen keine Blättchen tragen, läuft nur ein einfacher Gefäßbogen über den Kiemenbogen weg, um unmittelbar in die Körperarterie überzugehen. Die Arterien des Kopfes entstehen gewöhnlich schon vor der Bildung der Aorta aus der Kiemenvene des ersten Bogens und die Aorta selbst speist auf ihrem Wege nach hinten die Muskelmassen sowol durch regelmäßig abgehende Zweige, welche sich um die Wirbelkörper herumschlagen, als auch die Eingeweide durch einige größere Stämme. Das Körperblut tritt durch eine am Schwanze einfache, nach vorn gewöhnlich gabelig sich theilende Hohlvene in das Herz zurück, nachdem vorher ein Theil desselben das sogenannte Nierenpfortadersystem gebildet hat. Viele Venen des Schwanzes und Rumpfes treten nämlich in die Niere und verzweigen sich innerhalb derselben ganz in der Weise wie Arterien, um sich dann wieder aufs neue in die Körpervenen neben der Aorta zu sammeln. Das in die Eingeweide strömende Blut sammelt sich in Venen, welche ebenfalls wieder in der Leber sich in die Haargefäßnetze des Pfortadersystems auflösen und dann zu den Lebervenen zusammentreten, die fast unmittelbar in die Vorkammer des Herzens übergehen. So treibt demnach das einzige Herz bei

den Fischen das Blut regelmäßig durch zwei, meistens aber durch drei Systeme von Haargefäßen, durch das respiratorische Haargefäßnetz der Kiemen, durch das Capillarnetz zwischen Arterien und Venen, und endlich durch das Capillarnetz der an Niere und Leber hergestellten Pfortadern, ohne daß auf diesem langen Wege irgendeine bewegende Kraft angebracht wäre, welche eine zweite Impulsion geben könnte. Die unverhältnißmäßige Stärke der Herzkammer erklärt sich leicht durch den Hinblick auf diese Verhältnisse.

Die Nieren liegen unmittelbar unter der Wirbelsäule, in alle Zwischenräume zwischen den Wirbelkörpern und den Rippen eingedrückt, und erstrecken sich gewöhnlich durch die ganze Länge der Bauchhöhle bis vorn zum Herzen hin. Die Harnleiter vereinigen sich meist in der Mittellinie, nahe am After, bilden eine Art Harnblase und münden dann auf einer besondern Warze hinter dem After oder, wie bei den Knorpelfischen, in die hintere Wand des Mastdarms.

Die Geschlechtstheile sind ziemlich nach demselben Typus angeordnet, sodaß sie auch in ihrer äußern Form sich oft sehr gleichen und bei einzelnen Fischen nur durch mikroskopische Untersuchung ihre specifische Natur festgestellt werden kann. Die keimbereitenden Geschlechtstheile, Eierstöcke und Hoden, liegen stets innerhalb der Bauchhöhle unmittelbar unter den Nieren und über den Darmwindungen, und wechseln sehr in ihrem Volumen je nach der Jahreszeit, indem sie gegen die Fortpflanzungsperiode hin durch die Ausbildung ihres Inhalts ungemein anschwellen, nachher aber zusammenfallen. Die Eierstöcke und Eileiter zeigen verschiedenes Verhalten. Bei den Aalen und den Lachsen besteht der Eierstod aus zwei seitlichen häutigen Platten, die mit keinem Ausführungsgange in Verbindung stehen, sondern überall vom Bauchfell umkleidet sind und in deren Dicke sich die Eier entwickeln. Die reifen Eier durchbrechen die Wandung des Eierstocks, fallen in die Bauchhöhle und werden aus dieser durch eine mittlere oder zwei seitliche Spaltöffnungen nach außen entleert. Bei der großen Mehrzahl der Fische, und zwar wesentlich bei den eigentlichen Knochenfischen, bildet der Eierstock einen Sack, auf dessen innerer Fläche bald Falten, bald vielseitig gestaltete häutige Vorsprünge sich zeigen, in denen die Eier sich so entwickeln, daß sie bei dem Durchbruche nach ihrer Ausbildung in die Höhle des Eierstocksackes fallen. Gewöhnlich sind die Eierstöcke paarig, zuweilen aber auch in der Mitte verschmolzen. Nach hinten verlängert sich der Eierstock unmittelbar in den Eileiter, der bald früher, bald später sich mit demjenigen der andern Seite vereinigt und unmittelbar hinter dem After auf einer zwischen diesem und der Harnöffnung gelegenen Warze sich nach außen mündet. Bei einigen Knochenfischen, welche lebendige Junge gebären, ist das hintere Ende des Eileiters erweitert, sodaß es die sich entwickelnden Eier aufnehmen kann. Bei mehrern Ganoiden bildet der Eierstod eine für sich abgeschlossene Masse und der Eileiter, der gewöhnlich lang und gewunden ist, hat jederseits eine weite trompetenförmige Oeffnung in der Bauchhöhle, in welche die Eier nach dem Austritte aus dem Eierstocke gelangen und so nach außen geführt werden. Bei den Quermäulern endlich findet sich bald ein unpaariger, bald ein paariger Eierstock, der stets eine abgeschlossene Masse bildet und mit den paarigen Eileitern in keiner directen Verbindung steht. Die Eileiter selbst treten bei diesen Fischen in der Mittellinie unmittelbar an der Leber zusammen und haben hier eine gemeinschaftliche Oeffnung, von der aus sie nach beiden Seiten in die Bauchhöhle herabsteigen. Nach kurzem Verlaufe zeigt sich an jedem Eileiter eine dicke, wohl[illegible] Drüse, deren Absonderung ohne Zweifel [illegible] massen der Eier bildet. Nach dem Durchg[illegible] diese Drüsen erweitert sich jeder Eileiter [illegible] und bildet eine Art Gebärmutter, in welche [illegible] Jungen weiter entwickeln; die beiden Ut[illegible] gemeinschaftlich durch einen weiten Kanal in [illegible] Wand des Mastdarms ein, wodurch [illegible] Kloake gebildet wird. Die männlichen Geschl[illegible] sind etwa nach demselben Typus angeordnet. [illegible] Hoden (Milche) nehmen zur Zeit der Geschl[illegible] die Bauchhöhle fast in ihrer ganzen Länge [illegible] hängen bei den Knochenfischen unmittelbar [illegible] Samenleitern zusammen, die ähnlich wie [illegible] verlaufen. Bei den Rochen und Haien [illegible] einzelne kugelförmige Hodenblasen, aus welchen [illegible] Ausführungsgänge zu einem verschlungenen [illegible] hoden gehen, aus dem der Samenleiter [illegible] der von drüsenartigen Gebilden umgeben ist. [illegible] bare äußere Anhänge neben dem After [illegible] männlichen Quermäulern bei der Begattung [illegible] Bei den Ganoiden gelangt der Samen in [illegible] höhle und wird von einem dem Eileiter [illegible] Samenleiter nach außen geführt.

Bei allen Fischen tritt die Laichzeit [illegible] während des Jahres ein; sie halten sich [illegible] Scharen zusammen und viele kommen auf [illegible] an die Oberfläche um die befruchteten Eier [illegible] abzulegen. Die größern Wanderungen, welche [illegible] Flußfische, wie Lachse und Alosen, zu gewissen [illegible] unternehmen, sowie die großen Züge vieler [illegible] wie der Sardellen, Heringe und Thunfische [illegible] man früher eine weit größere Ausdehnung [illegible] finden ihre Erklärung hauptsächlich in [illegible] pflanzungstriebe. Gewöhnlich geschieht die Befr[illegible] in der Weise, daß Eier wie Samen von [illegible] einanderschwimmenden Fischen dem Wasser [illegible] werden und dieses die Befruchtung vermi[illegible] denn auch nichts leichter ist als durch [illegible] fruchtung zahlreiche Fischbrut zu erzielen. [illegible] in neuerer Zeit in industrieller Hinsicht [illegible] worden ist. Die Zucht der Forellen und [illegible] an vielen Orten durch dieses Verfahren [illegible] deutenden Aufschwung genommen. Es besteht [illegible] einfach darin, daß man den zur Laichzeit [illegible] Weibchen die Eier, welche beim leisesten [illegible] der Genitalöffnung hervortreten, in eine [illegible] Wasser abstreicht, dann ein Männchen [illegible] Weise ausdrückt und die milchige Samen[illegible] wohl in dem ganzen Wasser über die Eier [illegible] Diese sind nach kurzer Zeit vollständig befr[illegible] brauchen nur in einem geeigneten Wasser [illegible] für die Forellen klar und fließend sein muß, [illegible] boden gehalten zu werden, um ihre vollständige [illegible] wickelung durchzumachen und nach vier [illegible] jungen Forellen ausschlüpfen zu lassen. [illegible] man während der ersten zwei Jahre in einem [illegible] vor Raubzeug geschützten Weiher, der früher [illegible] zufluß hat, halten, und kann sie erst nach [illegible] dieser Zeit sich selbst überlassen, wenn man [illegible] deutende Einbuße an der Zahl der Züchtlinge [illegible] will. Die meisten Fische zeigen durchaus [illegible] für ihre Brut und begnügen sich mit [illegible] einen gedeckten Ort für die Ablage ihrer [illegible] finden; von einigen dagegen, wie von den [illegible] ist es bekannt, daß die Männchen ein Nest [illegible] bauen, welches sie gegen Angriffe zu [illegible] suchen und so lange hüten, bis die Jungen [illegible] entwickelt sind. Andere, wie die Meerna[illegible] Seepferdchen, haben eine außen am Bauche [illegible]

ätte (Tasche, Wabenzellen), die das Männchen und in der sich die Jungen entwickeln; viele en lebendige Junge, indem das Ei in einer Er- ung des Eierstocks sich ausbildet, und bei einem (Mustelus laevis) hat man sogar eine innigere ndung der Frucht mit dem Eileiter, eine Art Placenta entdeckt.

e meisten Fische sind Raubfische und nähren sich der von Thieren derselben Klasse oder von an- Geschöpfen, Krebsen, Muscheln, Insektenlarven w., die sich im Wasser aufhalten. Nur wenige gen sich mit Pflanzennahrung. Die meisten leben Meere, und zwar wird die Zahl der Familien Arten im ganzen um so ansehnlicher, je weiter gegen die tropische Zone vordringt. nige Ordnungen, wie die Quermäuler, sind durch- auf das Meer, andere Familien, wie Karpfen Hechte, auf das süße Wasser eingeschränkt; doch es manche Familien und selbst Gattungen, in en die einen Arten das süße Wasser, die andern Meer bewohnen, und viele Arten existiren, welche öhnlich in dem Meere sich aufhalten, zur Laichzeit oft ziemlich weit in die Flußmündungen hinauf- en, um sich dort ihrer Eier zu entledigen. Die fische, Lachse u. s. w. sind in diesem Falle.

Unterklasse der Urfische (Palaeichthyes).

erz mit einem muskulösen Arterienstiel; darm mit einer Spiralklappe; Sehnerven wahres Chiasma bildend.

lle übrigen Charaktere sind in dieser Unterklasse verschieden. Das Skelet entwickelt sich von den rsten Stufen mit bleibender Chorda und Knor- em Primordialschädel bis zu eingelenkten Wirbeln, enen mancher Reptilien nicht nachstehen, und es nt fast als existire eine Art von Antagonismus hen der Ausbildung der innern Organe und der- en des Skelets. Die Zusammengehörigkeit der e, welche diese Unterklasse zusammensetzen, ist erst rdings durch die Entdeckung einiger neuer Typen, e durch die Verwandtschaft mit den Ältesten Fischen Günther nachgewiesen worden.

uptordnung der Ganoiden (Ganoidei).

iemen frei, mit einem Kiemendeckel. Stets Schwimmblase mit offenem Luftgang r Lungen.

Ordnung der Lurchfische (Dipnoi).

wei durchgehende Nasenlöcher, die sich den Mund öffnen. Ausgebildete Lungen Kiemen mit Kiemendeckel, aber ohne menhaut. Persistirende Chorda. Paarige ssen mit einem Achsenskelet, von welchem weder keine oder zu beiden Seiten Strah- abgehen. Körper mit Schuppen bedeckt, ten von zusammenhängender Embryonal- sse umzogen.

Die Fische, welche dieser Ordnung angehören, wurden den süßen Gewässern des tropischen Südamerika, Afrikas und ganz neuerdings Australiens entdeckt. Körper ist durchaus fischähnlich, die Augen klein, Nasenlöcher an der Spitze der Schnauze gelegen. großen runden, dachziegelförmig übereinander- enden Schuppen, mosaikähnlich zusammengesetzt, en noch bis über die Kiemenspalte, die von einem mendeckel gedeckt ist, nach vorn. Die Extremitäten lang, bei den einen fast ganz auf die Achse re- irt, bei den andern mit zu beiden Seiten aus- enden Strahlen, die aber stets von Haut umhüllt sind, sodaß die Flossen eine große Aehnlichkeit mit denen der ausgestorbenen Seedrachen (Ichthyosaurus) zeigen. Um den Hinterkörper zieht sich eine homocerke, nach hinten zugespitzte, senkrechte, durch innere Knorpel- und äußere Hornstrahlen gestützte Flosse. Die Wirbelsäule der Lurchfische wird von einem ungetheilten Knorpelstabe, einer Chorda, repräsentirt, den eine Faserscheide umgibt, von welcher nach oben und nach unten knöcherne Wirbelbogen abgehen, welche das Rückenmark und die Aorta umschließen; nach vorn setzt sich die Wirbelsaite unmittelbar in den aus einer einzigen Knorpelkapsel bestehenden Schädel fort, an welchem einige mehr oder minder unzusammenhängende Deckplatten verknöchert sind. Sehr eigenthümlich ist die Bezahnung, indem vorn unter dem Schädel an dem Theil, welcher den Oberkiefer darstellen soll, entweder hohe, senkrechte, schneidende oder breite, nach außen gestaltete Zahnplatten festgewachsen sind, denen ähnliche Platten im Unterkiefer entsprechen. Die Flossen sind verschieden gestaltet, ebenso die Kiemen und Lungen. Die Nasenlöcher führen in den Mund, vor den an der Gaumendecke angebrachten Zähnen.

Familie der Lurchschupper (Sirenida). Extremitäten griffelförmig, nur die Achse vollständig ausgebildet, sehr kleine Strahlen an der innern Seite, von Haut umhüllt. Hintere Extremitäten sehr weit nach hinten gestellt. Die Nasenlöcher führen in eine weite Nasenkapsel, deren beide Gänge nach unten in die Mundhöhle kurz hinter der Schnauzenspitze geöffnet sind. Hinter den Kiemenspalten findet sich in der vordern Wand des Schlundes eine Stimmritze, welche in eine weite, von Knorpeln gestützte Stimmlade und in zwei wohlausgebildete zellige Lungensäcke führt, die durch rein venöses Blut vom Herzen aus gespeist werden und arterielles Blut in den Strom der Aorta abgeben. Mundspalte ziemlich weit; Zähne senkrechte, schneidende Platten. Kiemenspalte klein. Hinter der Kiemenspalte drei wohlausgebildete Bogen von Kiemenblättchenreihen, zwischen welchen ganz in derselben Weise wie bei den Fischen die Kiemenspalten in den Schlund durchgehen; außerdem finden sich noch zwei Kiemenbogen, welche keine Blättchen enthalten und deren Arterien unmittelbar ohne Verzweigung in die Aorta übergehen, sodaß also das aus dem Herzen kommende Blut entweder in die Kiemenblättchen eingehen, oder, wenn diese ihre Function versagen, unmittelbar durch die Arterien der blättchenlosen Kiemenbögen in die Lungenarterie gelangen kann. Im Arterienstiel des Herzens zwei große Längsklappen. Die Eierstöcke bilden geschlossene Säcke; die Eileiter beginnen mit einer erweiterten Oeffnung in der Bauchhöhle. Die Thiere leben in süßen Gewässern der Tropenzone, graben sich beim Vertrocknen derselben in den Schlamm ein und machen sich ein innen geglättetes, kugeliges Nest aus hartem Thon, mit einem Loche, durch welches sie athmen können. Lepidosiren paradoxa, bis 1 Meter lang, in dem untern Gebiet des Amazonenstroms; Protopterus annectens (Taf. 22, Fig. 1) am Senegal und Gambia, mit drei büschelförmigen äußern Kiemen, ähnlich denen der Salamanderlarven.

Familie der Hornzähner (Ceratodontida). Unterscheidet sich von den vorigen durch doppelte Nasenlöcher im Gaumen, platte, außen gestaltete und in Spitzen auslaufende Platten von Zähnen hornartiger Structur; durch die ruderförmigen, verlängerten, abgeplatteten und mit Schuppen bedeckten paarigen Flossen, von welchen die hintern weiter nach vorn unter dem Bauche stehen; durch vier ausgebildete Kiemenbogen und eine Nebenkieme am Kiemendeckel; durch eine einfache, zellige Lunge; durch den mit mehrern queren

Klappenreihen besetzten Aortenstiel und die aus Blättern zusammengesetzten Eierstöcke. Ceratodus Forsteri in Queensland (Australien), bis 6 Fuß lang.

Ordnung der Kiemenathmer (Branchiospiri).

Weder durchgehende Nasenlöcher noch Lungen. Athmen nur durch Kiemen. Brust- und Bauchflossen stets vorhanden, ebenso eine Kiemenhaut mit Strahlen oder Deckeln.

Das Skelet dieser Fische beginnt mit Formen, welche denjenigen der Lurchfische analog sind. Eine ungetheilte Wirbelsaite mit fibröser Scheide und von dieser ausgehenden, zu Rohren sich ausbildenden häutigen Fortsetzungen, in denen sich obere und untere knöcherne Bogenstücke zur Umfassung des Rückenmarks und der Aorta bilden und eine ungetheilte, vollkommen knorpelige Schädelkapsel zur Umschließung des Gehirns und der wesentlichen Sinnesorgane bezeichnen diesen ersten Bildungsgrad des Skelets, wie er zum Beispiel beim Stör vorhanden ist. Indeß finden sich bei diesem Zustande des innern Skelets doch stets äußere Deckplatten, die bald nur der Haut, bald dem gewöhnlichen Systeme des Skelets angehören und die sich namentlich in dem Gesichtstheile entwickeln, sodaß es wol keinen kiemenathmenden Ganoiden gibt, welchem festere Platten auf dem Kopfe und der Stirne oder gar die Kieferknochen, der Hängegürtel des Unterkiefers und der Kiemendeckel fehlten. Bei weiterer Ausbildung des Skelets zeigen sich förmliche Deckknochen des Schädels vollständig nach dem oben auseinandergesetzten Plane der knöchernen Kopfbildung entwickelt, und ihre Ausbildung nimmt nach und nach in der Art zu, daß die ursprüngliche Schädelkapsel gänzlich verschwindet und nur ein knöcherner Schädel vorhanden ist, der sämmtliche Knochen besitzt, welche überhaupt an dem Fischschädel vorkommen, ja bei einigen Apparaten, wie namentlich beim Unterkiefer, zuweilen eine Zusammensetzung zeigt, welche sonst nur bei den Reptilien vorkommt. In gleicher Weise geht die Ausbildung der Wirbelsäule vor sich. Knöcherne Wirbelkörper entstehen, nehmen an Umfang zu, verdrängen nach und nach die zellige Knorpelsubstanz der Chorda und es zeigen sich alle Zwischenformen von dem zellig verknöcherten Wirbelkörper der Haie durch die doppelt gehöhlten Wirbel der gewöhnlichen Knochenfische hindurch bis zu den Wirbeln der höhern Thiere, indem bei dem Knochenhechte (Lepidosteus) jeder Wirbel an seiner vordern Fläche mit einem vorspringenden Gelenkkopfe versehen ist, der in eine Pfanne des vorhergehenden Wirbelkörpers paßt, eine Bildung, welche sogar nur bei diesem einzigen Fische, sonst nur bei Amphibien und Reptilien vorkommt.

Hinsichtlich der Flossen bemerkt man einen ähnlichen fortschreitenden Wechsel der Formen. Brustflossen finden sich stets, meist sehr vollständig entwickelt, ebenso Bauchflossen, immer abdominal, gewöhnlich weit nach hinten gerückt, niemals unter der Kehle.

Die senkrechten Flossen sind wohlentwickelt und stets abgetheilt; die Schwanzflosse bei einigen heterocerk, sodaß die Wirbelsäule sich in den obern Lappen fortsetzt, bei andern homocerk und fast immer nur durch weiche Strahlen gestützt. Auf der Firste der Schwanzflosse finden sich zuweilen spitze Knochenschindeln, die Flossenschindeln (Fulcra) genannt werden und diesem Rande ein gezähneltes Ansehen geben.

Allen kommen als Angehörigen der Hauptordnung der Ganoiden eine Spiralklappe im untern Theile des Darms, taschenförmige Klappen in dem muskulösen und selbständig pulsirenden Arteriensiele des Herzens zu. Dagegen sind die Nasenlöcher nach [illegible] schlossen und haben keine Communication in der [illegible] Alle haben kammförmige, freie, auf Bogen [illegible] durch Spalten in den Rachen getrennte Kiemen, [illegible] nur eine äußere Kiemenspalte, welche von einem [illegible] deckel geschlossen werden kann, und eine Kiem[illegible] in welcher bald Strahlen, bald nur ein einziger [illegible] thürartiger dreieckiger Knochen jederseits entwickelt [illegible] der mit dem Knochen der andern Seite den [illegible] zwischen den Kieferästen ausfüllt. Bei allen [illegible] Schwimmblase vorhanden, die mit einem offenen [illegible] gewöhnlich in die obere, in einem Falle aber [illegible] seitliche untere Wand des Schlundes einmündet [illegible] die gewöhnlich glatt, zuweilen aber von starken [illegible] bündeln zellig durchzogen ist, sodaß sie viel [illegible] keit im äußern Ansehen mit einer Amphi[illegible] zeigt. Außer den gewöhnlichen Kiemen kommt [illegible] dem Kiemendeckel oft eine besondere halbe Kiem[illegible] zu welcher zuweilen noch eine falsche Kieme (Pseudobranchie) im Grunde der Kiemenhöhle und am [illegible] loch auf der obern Fläche des Kopfes hinzukommt. Kiemendeckelkieme, Pseudobranchie und Spritzloch indeß in so vielfachen wechselseitigen Combinationen vor, daß diese Charaktere nicht als constante [illegible] werden können. Dagegen findet sich ein sicheres [illegible] mal der Ordnung in dem Umstande, daß die [illegible] nerven sich nicht, wie bei den Knochenfischen [illegible] Weise kreuzen, daß jeder in das Auge der [illegible] gesetzten Seite geht, sondern daß, wie bei den [illegible] fischen, beide Sehnerven in der Mittellinie zu[illegible] kommen, dort mit den zugewandten Rändern [illegible] schmelzen und so ein wahres Chiasma bilden, [illegible] jeder zu dem Auge seiner Seite tritt. Eine [illegible] Uebereinstimmung mit den Knorpelfischen [illegible] in der Bildung der Geschlechtstheile bei den [illegible] chen, indem die Eierstöcke vollkommen abgeschlossen sind, die langen, gewundenen Eileiter aber sich [illegible] offenen Trichter frei in die Unterleibshöhle [illegible] Nähe des Eierstocksgekröses einmünden.

Die Hautbekleidung der Ganoiden war [illegible] welche auf ihren Unterschied von den gewöhnlichen Knochenfischen bei Betrachtung der Fossilien [illegible] Wir finden in derselben eine dreifache Verschiedenheit, die, da sie auch mit andern Organisationsverhältnissen zusammenstimmt, zum wesentlichen Merkmale der Unterordnungen dienen kann. Bei den Panzerganoiden (Loricati) ist die Haut entweder ganz nach [illegible] großen Knochentafeln gepanzert, welche einzeln [illegible] Haut eingegraben liegen; bei den Edelganoiden (Rhombiferi) finden sich viereckige, dicke, [illegible] förmig in Reihen gestellte Knochenschuppen, [illegible] ihrer Außenfläche mit einer Schmelzlage [illegible] sind; bei den Rundschuppern (Cycliferi) [illegible] zeigen sich runde, dachziegelförmig gestellte [illegible] in ähnlicher Weise gebildet, wie bei den [illegible] Knochenfischen.

Unterordnung der Panzerganoiden (Lor[illegible]

Haut nackt oder mit Knochentafeln gepanzert. Wirbelsaite persistirend.

Die Haut ist nackt oder mit Knochentafeln [illegible] vorder Structur gepanzert, die in der Lederhaut [illegible] wickelt sind, auf dem Schädel immer zusammen[illegible] und dort mit dem innern Schädelskelet sich [illegible] aber niemals übereinandergreifen. Das Skelet [illegible] demjenigen der Lurchfische am nächsten. Es [illegible] stets eine ungetheilte Wirbelsaite (Skelet des [illegible] Acipenser sturio, Taf. 22, Fig. 12), [illegible] obere und untere Dornfortsätze aufsitzen, die [illegible] sind. Die Schädelkapsel ist durchaus knorpelig

platten überkleidet, die dem Hautskelet ange- Das Kiefergerüste ist knöchern und in seinen getrennten Stücken erkennbar, doch zeigt sich : eine niedere Bildung in dem Umstande, daß gebogen des Unterkiefers und des Zungen- ch nicht getrennt, sondern in einem einzigen erbunden sind, sodaß derselbe Knochen die des Unterkiefers und des Zungenbeinhorns n trägt. Der Mund dieser Fische liegt auf rn Seite des Schädels, mehr oder minder er der Schnauzenspitze, er ist gewöhnlich zahn- nur in der Jugend mit kleinen Zähnchen be- die später ausfallen.

le der Störe (Acipenserida). Der Körper sche ist langgestreckt, walzenförmig, der Kopf ckt, die Schnauze weit nach vorn verlängert, er Mund in bedeutender Entfernung von der enspitze auf der Bauchfläche angebracht ist. gen sind klein, rund, der Kiemendeckelapparat nickelt, das Flossensystem mächtig ausgebildet, ch große Brust- und Bauchflossen, gewöhnlich hinten gestellte Rücken- oder Afterflossen und ördmige heterocerke Schwanzflosse finden, deren Firste meist mit spitzen Schindeln bedeckt ist. rt beschildete Kopf mit schmaler, dreieckiger, chnauze, an deren Unterfläche sich besondere n befinden, mit zahnlosem Maule, das trichter- vorstreckbar ist und nur eine geringe Spalte einer Nebenkieme auf dem Kiemendeckel, bald b ohne Spritzloch und mit knochenbeschildeter Die Knochenschilder bilden hier meist rhomboidale deren Mitte haken- oder nagelförmig aufge- t; gewöhnlich stehen diese Platten in Reihen, ader nicht berühren; doch finden sich an dem e kleinere Tafeln oder auch in Reihen gestellte ale Schuppen, welche die ganze aufgebogene es Schwanzes in dem obern Flossenlappen . Die großen Fische (der Hausen, Acipenser ird bis 25 Fuß lang) sind über die nörd- onen beider Erdhälften verbreitet, wesentlich , aber auch in den Meeren. Ihre Fischerei ntlich in den nördlichen Gegenden des Con- besonders in Rußland, außerordentlich wichtig Bevölkerung, welcher die großen Fische einen en Nahrungszweig und in den eingesalzenen Caviar) sowie in den getrockneten Schwimm- Hausenblase) wichtige Handelsartikel liefern. bildete Art, der Sterlet (Acipenser ruthenus,), ist besonders seines Fleisches wegen

er Familie der Löffelstöre (Spatularida) ist die ganze Haut bis auf die Schindeln der flosse vollkommen nackt, die Schnauze in ein dünnes, spatelförmiges Blatt ausgezogen, das Länge des ganzen Körpers erreicht, das Maul balten, in der Jugend mit kleinen Zähnchen die sich später verlieren, und der Kiemendeckel lange, häutige Spitze ausgezogen; ein kleines b findet sich hinter dem Auge. (Spatularia; n). Die Löffelstöre kommen nur in den großen Nordamerikas vor.

rdnung der Eckschupper (Rhombiferi). Körper ist mit dicken rhombischen nschuppen gepanzert, die dachziegel- übereinanderliegen und eine äußere zlage haben. aus feinröhriger Zahnsubstanz bestehende ist durchaus glatt bei den lebenden Familien. uppen liegen in schiefen Reihen von oben und vorn nach unten und hinten so übereinander, daß der untere scharfe Rand der obenliegenden Schuppe einen Theil der untenliegenden deckt. Meist schicken sie noch Knochenfortsätze nach hinten fort. So wird ein äußerst fester und zugleich solider Panzer um den ganzen Körper gebildet. Auf dem Kopfe finden sich keine Hautknochen, wie bei den vorigen; die Deckplatten gehören dem knöchernen Schädel an. Die Flossen sind wohlausgebildet; die Bauchflossen unter allen Umständen weit nach hinten gerückt. Die Ausbildung des Skelets ist verschieden: bei den Flösselhechten sieht man die Bildung der gewöhnlichen Knochenfische mit Doppelkegelwirbeln, während bei der andern lebenden Gattung (Lepidosteus) jener höchste Grad der Entwickelung des Fischwirbels, welcher überhaupt erreicht wird, vorkommt, wo die Wirbel durch Gelenkköpfe und Pfannen miteinander verbunden sind. Eine gleiche successive Ausbildung findet sich in der Structur der Schwanzflosse, indem dieselbe bei den Knochenhechten heterocerk, bei den Flösselhechten homocerk ist. Das Maul ist stets mit Zähnen bewaffnet.

Die Familie der Flösselhechte, Polypterida (Flösselhecht, Polypterus bichir, Taf. 22, Fig. 10) erscheint nur durch eine einzige, jetzt in den großen Flüssen Afrikas, namentlich im Nil und im Senegal lebende Gattung repräsentirt. Der Kopf dieser Fische ist stark abgeplattet, vorn rundlich, die Mundspalte weit, mit kleinen Hakenzähnen bewaffnet, zwischen welchen ganz kleine Bürstenzähnchen stehen. Hinter den kleinen Augen, die fast auf der obern Fläche des Kopfes angebracht sind, findet sich in der Mitte des Scheitels etwa auf jeder Seite ein Spritzloch, welches mit einer knöchernen Klappe verschlossen werden kann. Der Leib ist langgestreckt, cylindrisch, die Eckschuppen, welche ihn decken, klein, aber doch deutlich, die Brustflossen rundlich, von einer breiten, gestielten, abgerundeten, beschuppten Ruderplatte getragen. Die Rückenflosse ist in eine Menge einzelner Stacheln zerlegt, die, vollkommen voneinander getrennt, den ganzen Rücken behaupten und deren jeder an der hintern Fläche ein Fähnchen von mehrern gegliederten Strahlen mit ausgespannter Flossenhaut trägt. Der After liegt sehr weit nach hinten, sodaß der Schwanz nur kurz ist; die Schwanzflosse selbst ist homocerk und von rundlicher Gestalt. Die Kopfknochen sind an ihrer äußern Fläche von einer granulirten Schicht spröder, glasartiger Schmelzmasse überzogen. Eine Deckelkieme fehlt durchaus, ebenso eine Pseudobranchie. Die Schwanzflosse hat keine Schindeln; statt Strahlen findet sich in der Kiemenhaut nur eine große dreieckige Knochenplatte auf jeder Seite; die Nasenhöhlen sind äußerst complicirt aus gewundenen Höhlen gebildet; die Schwimmblase aus zwei ungleichen Säcken zusammengesetzt, die sich in einem gemeinschaftlichen kurzen Luftgang vereinigen, welcher sich auf der Seite nahe der untern Mittellinie in den Schlund öffnet.

Die Familie der Knochenhechte (Lepidosteida) oder Kaimanfische (Knochenhecht, Lepidosteus osseus, Fig. 9) besteht aus gewaltigen Raubfischen, welche die großen Flüsse Nordamerikas bewohnen. Der Kopf dieser Fische ist kegelförmig, oft in eine lange, spitze Schnauze ausgezogen, welche gänzlich, oben wie unten, mit doppelten Reihen von Zähnen besetzt ist. Es finden sich nämlich in den ungemein langen Kiefern einzelne große, spitze, kegelförmige Fangzähne, die auf besondern Sockeln stehen und zwischen welchen zahlreiche kleine Bürstenzähnchen zerstreut sind. Die großen Zähne sind der Länge nach gestreift, und untersucht man ihre Structur genauer, so findet man, daß diese Streifen durch Faltungen

der Zahnsubstanz entstehen, welche wie ein grobes Tuch im Umkreise der Zahnhöhle ein- und ausgebogen ist. Die Nasenlöcher befinden sich ganz vorn an der Spitze der Schnauze, die kleinen runden Augen auf der Seite in geringer Höhe über dem Mundwinkel. Ein Spritzloch fehlt durchaus, die Kiemenhaut enthält drei getrennte Strahlen auf jeder Seite, der Oberkiefer ist in viele einzelne zahntragende Stücke getheilt; an dem langen, gestreckten Leibe stehen die Flossen weit nach hinten, sodaß eine gewisse Aehnlichkeit mit der Schwanzform unsers gewöhnlichen Hechtes existirt. Die Rückenwirbel sind miteinander durch Gelenkköpfe und Pfannen eingelenkt, die Schwimmblase einfach, aber stark zellig und auf ihrem ganzen Umfange mit Muskelbalken versehen; sie öffnet sich in die hintere Wand des Schlundes.

Unterordnung der Rundschupper (Cycliferi).

Runde, dachziegelförmig übereinanderliegende, dünne Schuppen.

So wie in der Beschuppung, so schließen auch in mancher andern Beziehung die Fische dieser Unterordnung sich am nächsten an die Knochenfische an, sodaß es schwer hält, die Grenze zwischen wirklichen Ganoiden und einigen Gattungen zu finden, die bisher namentlich der Familie der Heringe angereiht wurden. Die so scharf ausgeprägten anatomischen Kennzeichen der Ganoiden gehen allmählich zu Grunde; während die ganze Structur des Schädels, der Wirbelsäule, der Flossen sich aufs engste an die Knochenfische anschließt, sieht man den Muskelbeleg am Aortenstiele allmählich geringer werden und die Zahl der Klappen im Innern abnehmen, sodaß bei der einen lebenden Gattung (Amia) nur noch zwei Reihen kleiner taschenförmiger Klappen existiren, vor denen sich zwei große Segelklappen befinden.

Ebenso nimmt die Ausbildung der Spiralklappe in dem Darme außerordentlich ab, sodaß sie kaum noch zwei und eine halbe Schraubenwindung in demselben bei den Kahlhechten zeigt. Eine Deckelkiemeo oder statt deren wenigstens ein aus der Kiemenarterie unmittelbar entspringender Ast zu dem Kiemendeckel fehlt in dieser Unterordnung durchaus, während eine Augendrüse, der Netzhautspalt und der Sichelfortsatz im Auge, die sonst allen bisher aufgezählten jetztlebenden Ganoiden fehlen, bei dieser Unterordnung vorhanden sind. Ebenso fehlen allgemein die Schindeln oder Stacheln an den Flossen, die stets nur weiche Strahlen besitzen; dagegen zeigen sich die Sehnerven in derselben Weise angeordnet, wie in den Knochenfischen.

In der Familie der Kahlhechte (Amida), welche einzig die Unterordnung in der heutigen Schöpfung in den Flüssen Carolinas repräsentirt, finden sich glatte Schuppen mit deutlichen Anwachsstreifen, die zuweilen zellig in der Mitte sind, meist aber dieselbe Hornsubstanz zeigen, wie die Schuppen der gewöhnlichen Knochenfische, wenn auch eine dünne Schmelzlage darüber hingebreitet ist. Der Körper dieser Fische ist schlank, gestreckt, spindelförmig; die Knochen des Kopfes meist auf ihrer Oberfläche mit Schmelz überzogen und die darüber ausgespannte Haut so dünn, daß sie vollkommen nackt erscheinen. Die Schwanzflosse homocerk, die Kiefer mit kleinen kegelförmigen Zähnen, zwischen denen zuweilen noch winzige Bürstenzähnchen stehen, bewaffnet.

Hauptordnung der Knorpelfische (Selachii oder Chondropterygii).

Skelet knorpelig, aber das Rückgrat in Wirbel getheilt. Paarige Flossen stets vorhanden. Spiralklappe im Darm, muskulöser Aortenstiel, Chiasma der Sehnerven. [illegible] Schwimmblase. Aeußere Begattungsorgane beim Männchen.

Der Schädel (Skelet vom Stachelhai, [illegible] acanthias, Taf. 22, Fig. 5: a Schädel, b [illegible] c Zungenbogen, d Unterkiefer, e Oberkiefer, f [illegible] knorpel, 1, 2, 3, 4, 5 Kiemenbogen, 51, 52 [illegible] gürtel, k 1 Brustflosse, n Wirbelbogen, t [illegible] p 1 Querfortsätze der Wirbel) besteht nur [illegible] einzigen Knorpelkapsel, die das Gehirn und [illegible] lichen Sinnesorgane umschließt. Die Unter[illegible] Kapsel bildet zugleich das Gaumengewölbe, [illegible] bei einer Ordnung, den Seekatzen, die [illegible] unmittelbar aufsitzen, wie bei den Lurchfischen, [illegible] bei der andern ein beweglicher Oberkiefer ex[illegible] Schädel selbst ist nur von Haut überzogen, [illegible] tiefungen aber oft so mit Fett und Sulze [illegible] daß die Kopfform des lebenden Thiers oft [illegible] der Form des Schädels abweicht. Hinsi[illegible] Ausbildung der Wirbelsäule herrscht gro[illegible] schiedenheit. Bei den Seekatzen existirt noch [illegible] sistente Chorda, die sich ohne Gelenk in die [illegible] kapsel fortsetzt, deren Scheide der Rü[illegible] kanal bildet und auf welcher sich knöcherne [illegible] erste Andeutung der Wirbelkörper ausgeschie[illegible] bei einigen Haien hat die Chorda im Innern [illegible] wände zur Andeutung der Wirbelkörper, [illegible] übrigen bilden die Wirbelkörper Doppelkeile, [illegible] nur netzartig verknöchert sind. Ueberall kom[illegible] und untere Fortsätze und Bogen vor, oft [illegible] stücken. Die paarigen Flossen sind stets, [illegible] verschiedener Weise entwickelt. Bei Seekatzen [illegible] entspricht der Schultergürtel demjenigen der [illegible] fische; bei den Rochen aber (Skelet des Glatt[illegible] [Raja batis] von oben, Fig. 2: 19 Rü[illegible] 8, 9, 10 vorderer, 11 hinterer Tragebalken der [illegible] flosse; 12 Strahlen der Brustflosse; 7 [illegible] 52, 55 Schultergürtel, theilweise verwachsen [illegible] Wirbelsäule; 63 Beckengürtel; 7 Bauchflosse; [illegible] ger derselben; C knorpeliger Begattungs[illegible] sind die Schultergürtel nicht nur bog[illegible] nach unten geschlossen, sodaß sie das Herz [illegible] sondern sie schicken auch nach säbelförmig [illegible] horizontale Tragebalken nach vorn und [illegible] den Kopf und die Bauchhöhle eingrenzen, [illegible] an den Beckengürtel sich anlehnen, nach [illegible] vor der Schnauzenspitze zusammenstoßen, [illegible] an den äußern Rand dieser vordern und [illegible] Trageknochen angehefteten Flossenstrahlen ein[illegible] Scheibe darstellen, welche horizontal zu beiden [illegible] des Körpers sich erstreckt. Die Bauchflossen [illegible] stets vorhanden und unter allen Umständen [illegible] hinten in die Nähe des Afters gerückt, sodaß [illegible] in der ganzen Ordnung weder Kehl- noch [illegible] finden. Bei den Männchen sind die [illegible] der innern Seite mit besondern cylindrischen [illegible] anhängen versehen, die als Klammerorgane [illegible] scheinen und als äußerer Charakter der [illegible] verschiedenheit benutzt werden können. Ueber[illegible] sich die senkrechten Flossen, und mit Ausnahme [illegible] Brustflossen der Rochen auch die paarigen [illegible] von einer ungemein großen Menge horniger, [illegible] Strahlen gestützt, die durchaus keine Aehnlichkeit [illegible] den Flossenstrahlen der übrigen Fische zeigen. [illegible] dem kommen an den Rückenflossen, und [illegible] diesen, zuweilen stachelige Strahlen von höchst [illegible] thümlicher Bildung vor. Eine jede Flosse besteht [illegible] lich dann nur einen einzigen, großen, starken, [illegible] meist säbelförmig gekrümmten und an der [illegible] Kante sägeartig gezähnten Stachel, der aus

ıhnsubstanz gebildet, innen hohl und nach
ie eine Schreibfeder zugeschnitten ist. Mit
:lartigen Basis sitzt der Stachel auf einem
beweglichen Knorpelzapfen auf, in ähnlicher
ie das hohle Horn eines Ochsen auf dem
ıpfen, der es trägt. Bei vielen Rochen stehen
chsln in Form gerader, pfeilähnlicher Waffen
rhaken an dem Schwanze isolirt und bilden
rchtete Waffe, die gerissene Wunden schlägt,
ıwer heilen.

aut der Knorpelfische ist entweder ganz nacht
einer eigenthümlichen Art harter Gebilde be-
welche sie von allen übrigen Fischen unter-
In einzelnen Fällen sind diese Hautbedeckungen
ge, gekrümmte Dornen, die aus echter Zahn-
bestehen und in eine Unterlage von schwam-
ewebe eingesenkt sind, welches mit netzförmigen
alken durchzogener Knorpel ist. Diese Nagel-
ommen namentlich bei den Rochen vor und
einzeln auf der Haut des Körpers oder in
am Schwanze angebracht. Bei den übrigen
ieser Ordnung, besonders aber bei den Haien,
anze Haut mit verschiedenartig gezackten und
Stückchen von Zahnsubstanz über und über
ie dann die eigenthümliche Rauhigkeit der
hagrinhaut zeigt und auch zum Poliren und
industriellen Zwecken benutzt wird.

Bezahnung des Mauls ist außerordentlich
n, doch stellen sich bei noch so sehr wechseln-
nen die Zähne stets als Hautgebilde dar, die
in die Knorpelsubstanz des Kiefers selbst,
nur mit einer meist schwammigen Wurzel in
faserige Schleimhaut des Zahnfleisches einge-
d. Es ersetzen sich diese Zähne in der Art
n nach außen, daß stets der äußere Zahn im
e ist, und sobald er sich abgenutzt hat, von
ahinterliegenden ersetzt wird, der allmählich
Stelle vorrückt. Die Kiefer der meisten
und Haien bilden an ihrem innern Rande
mliche Walze, um welche die Zähne so herum-
daß die alten, abgenutzten Zähne nach außen,
Gebrauche stehenden senkrecht, die jungen mehr
nder nach innen gerichtet und hier in einer
geborgen sind, sodaß auf einem senkrechten
nitte des Kiefers die Zähne um seinen Rand
erscheinen, wie Zacken eines Kammrades um
chse. Structur und Gestalt der Zahnkronen
erst verschieden. Bei den großen Raubfischen
se, wie z. B. den meisten Haien, finden sich
rmig zusammengedrückte, bald spitze, bolch-
oder breite scharfe, oft sägeförmig ausgezackte
bei den Rochen kommen meist pflasterförmig
mit kegelförmigen Spitzen versehene Kronen,
andern sogar breite Mahlplatten mit ganz
Fläche vor. Alle Thiere der Ordnung nähren
essen nur von Raub, die meisten von andern
wenige von Weich- oder Krustenthieren, gar
on vegetabilischen Stoffen, und in Uebereinstimmung hiermit ist ihr Magen gewöhnlich weit, m aber nur kurz und kaum gewunden. In ıtlern Theile des Darms ist als eigenthüm- Merkmal, welches die Ordnung mit der folgen- mein hat, die Entwickelung einer Spiral- zu erwähnen, welche mit ihrem Rande an rmwandungen angeheftet, nach innen hin aber sodaß ein Schraubengang in dem Darme ge- ıt, dem die Nahrungsmittel bei ihrem Durch- olgen müssen. Die Athemwerkzeuge weichen r Bildung sehr von denen der übrigen Fische Auf dem Kiemenbogen stehen Kiemenblätter, welche auf diesem mit ihrer Basis, aber auch ihrer ganzen Länge nach an Zwischenwände und oben an die Haut festgewachsen sind, sodaß nur der gegen die Kiemenspalte gewendete Rand frei ist. So wird eine Reihe von Säcken gebildet, die innen eine Spalte in die Rachenhöhle und meist auch eine besondere Spalte nach außen haben, sodaß man bei allen Quermäulern auf der Seite des Halses jederseits fünf, zuweilen auch sechs oder sieben Kiemenspalten sieht, die wie Knopflöcher aussehen. Nur bei den Seekatzen münden die Säcke in eine äußere, von einem rudimentären Kiemendeckel beschützte Spalte.

Bei allen Selachiern findet eine förmliche Begattung statt, zu welcher die Männchen mit knorpeligen, verlängerten Anhängen versehen sind, die sich an der Innenfläche der Bauchflossen finden und bedeutende Drüsen enthalten. Die wenigsten legen Eier (sogenannte Seemäuse) mit harten Schalen, welche in lange Fäden an den vier Zipfeln auslaufen und Spalten zum Durchgange des Wassers besitzen. Die meisten gebären lebendige Junge, die sich in einer besondern Erweiterung des Eileiters ausbilden und einen langgestielten Dottersack haben. Meist liegen die Embryonen frei in einer Art Sulze, bei einer Art aber bildet sich eine Art Dotterplacenta, indem Zotten auf der Oberfläche des Dottersackes in entgegenkommende Zotten des Eileiters eingreifen. Auch haben die Embryonen sowol an den Kiemenlöchern als an den Spritzlöchern sehr lange, fadenförmige äußere Kiemen, die aber vor der Geburt verschwinden.

Ordnung der Kleinmäuler (Holocephala).

Eine Kiemenspalte, unvollständiger Kiemendeckel, kein Hinterhauptsgelenk, kein Oberkiefer.

Einzige Familie der Seekatzen (Chimaerida). Die Fische besitzen nur eine ungetheilte Rückensaite mit obern knorpeligen Bogen und Schaltstücken dazwischen und mit untern knorpeligen Ansätzen, welche den Querfortsätzen der Fischwirbel entsprechen. Diese Rückensaite setzt sich nach vorn unmittelbar in die dicke, fast kugelförmige Schädelkapsel fort, deren vorderer Rand die fehlenden Oberkiefer ersetzt, sodaß die obern Zahnplatten unmittelbar auf der untern Fläche dieses vordern Randes der Schädelkapsel aufsitzen. Die Augenhöhlen sind ungemein groß, ebenso die Augen, die Lider dagegen fehlen. Die große, vielfach gewundene Nasenkapsel öffnet sich auf der untern Seite der von vielfachen Schleimgängen durchzogenen Schnauze vor dem kleinen, quergespaltenen Munde, der mit einfachen Zahnplatten bewaffnet ist, welche schnabelförmig vortreten, hinten platt, vorn schneidenartig zugeschärft sind; oben liegen zwei, unten nur eine solcher Platten auf jeder Seite. Der Kopf ist dick, kegelförmig; am Halse findet sich nur eine einzige Kiemenspalte von einem fingerförmigen Deckenknorpel beschützt, welche zu den in der Tiefe überall an die Zwischenwände der Kiemensäcke angewachsenen Kiemenfransen und zu den Spalten zwischen denselben führt. Die Brustflossen sind ungeheuer groß, die vordere Rückenflosse durch einen säbelförmig gekrümmten, starken Stachel gestützt, der auf einem Knorpelzapfen aufsitzt. Die Schwanzflosse ist auf der untern Seite des Schwanzes angebracht, der sich nach hinten in einen langen Knorpelfaden auszieht. Die Haut ist nackt, ohne Spur von Chagrin, nur an den zahlreichen Schleimgängen mit Knorpelstückchen um dieselben versehen. Mit Ausnahme der angeführten Eigenthümlichkeiten stimmt die Anatomie der Eingeweide namentlich hinsichtlich der vielen Klappen des Aortenstiels, der

schraubenförmigen Spiralplatte des Darms u. s. w., durchaus mit der der folgenden Unterordnung überein. Die Seekatzen legen Eier mit dicker, horniger Schale. Die Spöke (Chimaera monstrosa, Taf. 22, Fig. 8) in der Nordsee.

Ordnung der Quermäuler (Plagiostomata).

Getrennte Kiemenspalten; ein Hinterhauptsgelenk; das Maul quer gestellt auf der Bauchfläche; getrennter Oberkiefer.

Die Wirbelsäule zeigt immer Wirbelkörper und ist mit dem knorpeligen Schädel durch ein Gelenk verbunden. Die weite Rachenspalte bildet einen quer zur Körperachse gestellten Bogen auf der Unterseite des Kopfes, oft weit hinter der Schnauzenspitze. Ober- und Unterkiefer sind stets mit vielfachen Reihen von Zähnen bewaffnet. Die Nasenlöcher finden sich auf der untern Seite des Kopfes, auf der obern, meist hinter den Augen, Spritzlöcher, die in die Rachenhöhle münden. Stets gesonderte Kiemenspalten, bei den Haien an der Seite des Halses, bei den Rochen auf der Bauchfläche. Meist fünf Kiemenspalten, nur bei einigen Haien (Notidanus) finden sich sechs oder sieben Kiemenspalten. Haut bald mit Nägeln und Dornen, bald mit Chagrin ausgerüstet.

Die Familie der Rochen (Rajida) besteht aus breiten, platten, scheibenförmigen Fischen, deren eigenthümliche Körpergestalt durch die sonderbare Entwickelung der Brustflossen bedingt ist. (Taf. 22, Fig. 2 Skelet des Glattrochen von oben: 19 Nasenkapsel; 8—11 Flossenträger; 12 Strahlen der Brustflosse; 7 Armknorpel; 52, 55 Schultergürtel; 63 Beckengürtel; 68 Träger der Bauchflosse V C; Begattungsanhang des Männchens.) Der Halswirbeltheil dieser Thiere ist stets zu einem einzigen Knochencylinder verwachsen. Der Schultergürtel bildet einen vollständigen Ring, welcher oben mit dem hintern Theile des Schädels verwachsen ist, unter der Rückenhaut über der Wirbelsäule zusammenstößt und nach unten zusammenkommend eine fast vollständige Kapsel für das Herz bildet. Dieser Ring trägt bogenförmig gekrümmte Flossenknorpel, von denen die einen nach hinten, die andern nach vorn sich erstrecken und dort sich mit eigenen Flossenknorpeln verbinden, welche an der vordern Schnauzenspitze des Schädels angewachsen sind. Diese Schädelflossenknorpel kommen einzig nur den Rochen zu, und durch sie, wie durch ihre Verbindung mit den Brustflossen wird jene breite Scheibe gebildet, die durch eine Menge knorpeliger Strahlen gestützt wird, welche aus einzelnen kleinen Knorpelgliederchen zusammengesetzt sind, die rings von Muskeln und Haut umgeben werden.

Auf der obern Fläche dieses scheibenartigen Körpers finden sich nun die großen lidlosen Augen und hinter ihnen die weiten Spritzlöcher; auf der untern Seite dagegen die Nasenlöcher, das breitgeschlitzte Maul und die fünf Kiemenspalten auf jeder Seite des Halses. Der Körper läuft nach hinten in einen meist dünnen Schwanz aus, auf dem sich die unbedeutenden, senkrechten Flossen finden und der zuweilen noch als Waffe, deren Wunden für gefährlich gelten, eine oder zwei lange, sägeartig gezähnte Stacheln trägt. Die kurzen dicken Kiefer sind entweder mit kleinen, pflasterförmig in Reihen gestellten spitzen Zähnchen oder mit breiten Mahlplatten bewaffnet, und in der Bildung der Zähne zeigt sich oft die auffallende Verschiedenheit, daß bei den Männchen dieselben zugespitzt, bei den Weibchen hingegen flach sind. Manche Rochen erreichen eine ungeheure Größe und ein Gewicht von 20 Centnern und mehr, so die Flügelrochen (Cephaloptera) in südlichen Meeren. Man unterscheidet viele Gruppen: die Mahlrochen (Myliobatida) mit gedrungenem Kopfe zwischen den Brustflossen, einem Stachel am Schwanze und breiten platten Mahlzähnen; die Pastinaken (Trygonida) mit langem Stachel, kleinen Pflasterzähnen; die eigentlichen Rochen (Rajida) ohne Schwanzstachel mit spitzen Pflasterzähnen; die Zitterrochen (Torpedo marmorata, Fig. 3) mit einer der Scheibe und eigenthümlichem elektrischen Apparate, welcher in dem Raume zwischen den Brustflossen und dem Schädel liegt und aus senkrecht gestellten Zellensäulen besteht, mit dem sie starke Schläge ertheilen können; die abgebildete Art im Mittelmeer und endlich die Hairochen (Squatinorajida), mit spindelförmigem Körper, dickem, fleischigem Schwanze und kleinen Brustflossen, welche den Kopf nicht erreichen; der bekannte Sägefisch (Pristis antiquorum, Fig. 4), an dessen langer Schnauze seitlich nach vorn Zähne stehen, die eine Säge bilden, gehört neben der schlanken Gestalt zu dieser Abtheilung der Rochen.

Die Familie der Haien (Squalida) zeigt einen langen, spindelförmigen Körper, senkrecht gestellte Brustflossen und einen starken fleischigen Schwanz, der an seinem Ende sich aufwärts biegt und eine mächtige Endflosse trägt. Die Kiemenspalten (Fig. 5 Kopftheil des Skelets vom Stachelhai: a Schädel, b Nasenknorpel, c Zungenbogen, d Kiefer, e Oberkiefer, f g Lippenknorpel, 1—5 Kiemenbogen, 51, 52 Schultergürtel, k Arm, l Mittelband, m Wirbelsäule, p l Rippenfortsätze) stehen seitlich am Kopfe, die Augen haben ausgebildete Lider, die Spritzlöcher sitzen und Schädelflossen fehlen durchaus; hinter und auf der untern Fläche der Schnauze angebrachten Nasenlöchern steht das breite bogenförmige Maul auf der Unterfläche, gewöhnlich mit mehrern Reihen von Zähnen, verhältnißmäßig großer, spitzer oder schneidender Zähne versehen. Gewöhnlich finden sich zwei Rückenflossen, zuweilen durch Stacheln gestützt; die Spritzlöcher fehlen bald vorhanden, bald fehlen sie gänzlich. Zu der Familie gehören die gefürchteten Raubfische von gemeiner Gefräßigkeit, von denen einige Arten eine Länge von 30 Fuß erreichen und viele dem Menschen gefährlich werden.

Auch hier hat man wieder viele Gruppen unterschieden: die Mahlhaie (Cestracion) in Australien mit breitem Kopf und Mahlzähnen hinten in den Kiefern, nähren sich von Muscheln; die Dornhaie (Spinacida) mit spitzen, durch große Stacheln gestützten Rückenflossen, ohne Afterflosse, mit spitzen Zähnen; die Glatthaie (Galeida) ohne Stacheln, mit glatter Haut, sehr kleinen Spritzlöchern und dreieckigen, spitzen oder platten gepflasterten Zähnen. Durch die Zahnform und Stellung der Flossen kommen die Mordhaie (Carcharida) den vorigen nahe, unterscheiden sich aber durch den Mangel der Spritzlöcher und durch stets sehr scharfen, spitz dreieckigen oder zungenförmigen Zähne. Hierher der gemeine graue Hai (Carcharias glaucus, Fig. 6) im Ocean und Nordmeer, der 8 Meter lang wird, und der durch die seltsame Breite der Breite gezogene Form des Kopfes ausgezeichnet ist; der Hammerhai (Zygaena malleus, Fig. 7), der Riesenhaie (Lamnida) mit zwei stachellosen Rückenflossen, einer Afterflosse und großen Spritzlöchern, deren Augen aber die Nickhaut fehlt. Die Kiemenspalten sind sehr groß, sodaß sie zuweilen fast um den ganzen Hals herumreichen, alle vor den Brustflossen gelegen; die Schnauze meist lang, das Maul sehr weit, die Zähne gewöhnlich zungenförmig, ungezähnt, zuweilen mit Nebenspitzen versehen. Die Grauhaie (Notidanida) mit nur einer Rücken- und Afterflosse, aber sechs bis sieben Kiemenspalten, und endlich die

ien Hundshaie (Scyllida), welche unter
n einzig Eier legen, während die andern
e Junge gebären.

erklasse der Knochenfische (Teleostei).

rnes Skelet mit biconcaven Wirbel=
Kein muskulöser Arterienstiel.

en diesen Fischen findet sich stets ein aus=
knöchernes Skelet (Taf. 23, Fig. 4 und 16)
etrennten Wirbeln, welche die Form hohler
el haben. Unter keinen Umständen sieht man
en unvollständiger Ausbildung des Skelets,
noch bei den vorigen Ordnungen beobach=
ar gibt es manche Gattungen, bei welchen
cherung der Wirbel insofern nicht ganz voll=
, als sich ein zelliges Gewebe findet von
Knochenballen, dessen Zwischenräume noch
Substanz erfüllt sind; allein auch dann lassen
zelnen Wirbel sehr deutlich erkennen. Eben=
dem Schädel (Taf. 24, Fig. 7 Schädel des
) stets die einzelnen Knochen wohl ausgebildet,
während des erwachsenen Zustandes fast
Rest der ursprünglichen Knorpelkapsel zurück=
dem die übrigen Schädelknochen als Deck=
gebracht sind. Die Verhältnisse der Schädel=
nter sich und die daraus hervorgehenden
s Schädels wechseln ungemein, und nament=
e Ausbildung der Kieferknochen, ihre mehr
er große Beweglichkeit, ihre Bewaffnung so
ltig verschieden, daß hieraus sich viele Cha=
r die Bestimmung der einzelnen Familien
lassen. Die Bezahnung (Taf. 23, Fig. 9)
mannichfaltig und zuweilen auf alle Knochen,
irgend an der Begrenzung der Mundhöhle An=
en, ausgedehnt; ganz fehlen die Zähne nie,
t dann, wenn sie den Kiefern abgehen, wie
Karpfen, finden sich welche an den untern
chen. Ein Kiemendeckelapparat ist stets vor=
Gewöhnlich tritt der Kiemendeckel, nur von
aut bekleidet, frei an der Seite des Halses
o deckt die bald mehr, bald minder weite
te, die stets nur einfach ist und in höchst
fällen mit derjenigen der andern Seite in
Linie zusammenfließt. Meist tritt auch an
Seite des Halses die freie Kiemenhaut von
zen Strahlen gestützt hervor, deren Zahl
Beständigkeit bei den verschiedenen Familien
ei wenigen Familien sind Kiemendeckel und
t sehr unscheinbar und vollständig durch die
t, zuweilen selbst durch bedeutende Muskel=
rdeckt. Das Flossensystem ist meistens
entwickelt; die Brustflossen fehlen fast nie=
haben manchmal eine so bedeutende Größe,
em Fische beim Springen aus dem Wasser
rm dienen, womit er sich eine Zeit lang in
rhalten kann. In den meisten Fällen sind
Bauchflossen vorhanden und je nach den
bald unter dem Bauche, bald an der Brust,
den Brustflossen an der Kehle angeheftet;
inigen Gattungen fehlen sie gänzlich oder
zur Unscheinbarkeit verkümmert. In den
Flossen zeigt sich eine große Mannichfaltig=
achmal ist der Körper in seiner ganzen Länge
einzigen Flosse umsäumt, die in dem Nacken
sich um den Schwanz herum und auf der
nte bis zum After fortsetzt; in andern Fällen
eine Abtheilung in Rücken=, Schwanz= und
, mehrfache Einschnitte und Theilungen, wobei
nnoch als allgemeinere Regel die Existenz
igen Rücken= und Afterflosse bleibt, obgleich
alle senkrechten Flossen, in einem Falle diese, in einem andern jene, fehlen können. Die Schwanzflosse ist bei allen Knochenfischen homocert, obgleich sie bei dem Embryo eine heterocerke Bildungsperiode durchmacht, von welcher zuweilen in dem Skelet, nicht aber in der äußern Bildung noch Spuren zurückbleiben. In der Natur der Flossenstrahlen zeigen sich mehrfache Unterschiede; oft sind die Strahlen aller Flossen vollkommen weich, biegsam und gegliedert, in andern Fällen findet sich als Stütze vor der Flosse ein einfacher Knochenstrahl, der oft gezähnelt oder in sonstiger Weise verziert ist. Dann gibt es aber auch eine ganze Gruppe von Knochenfischen, bei welchen mehrere Stachelstrahlen in der Rückenflosse, der Afterflosse und einer in den Bauchflossen vorhanden sind, ja wo sich oft zwei Rückenflossen finden, von denen dann die vordere nur von harten Stachelstrahlen, die hintere von weichen Strahlen gestützt wird.

Die Bedeckung der Haut erscheint bei den Knochenfischen in mannichfacher verschiedener Ausbildung. Viele sind ganz nackt, ihre Oberhaut schleimig, die Lederhaut darunter ziemlich fest und nirgends eine Spur von Schuppen zu sehen; bei andern liegen in einer solchen Haut knöcherne Schilder und Tafeln, deren äußere Fläche oft mit Zahnsubstanz überzogen ist und die sich namentlich gern auf und hinter dem Kopfe zu schildförmigen Panzern vereinigen; zuweilen stoßen diese Tafeln im ganzen Umfange des Körpers zu einem Knochenpanzer zusammen, an dem die Ränder der einzelnen Tafeln oft wie die Schienen eines Kürasses übereinandergreifen. In den meisten Fällen finden sich indeß eigentliche Schuppen von verschiedener Größe, die sich vorzüglich nach zwei Richtungen hin ausbilden; bald nämlich ist ihr hinterer Rand vollkommen abgerundet, glatt und die Anwachsstreifen auf der ganzen Oberfläche deutlich hervortretend; in andern Fällen aber finden sich an dem hintern Rande entweder Zähnelungen oder kleine aufgesetzte stachelige Stückchen, durch die der ganze hintere Rand der Schuppe rauh wird. Rundschupper (Cycloidei) mit ganz randigen, und Kammschupper (Ctenoidei) mit kammartig gezähnten Schuppen.

Hinsichtlich der innern Anatomie haben wir schon in der Einleitung das Nähere bemerkt, und es genügt hier, auf diejenigen Charaktere aufmerksam zu machen, welche zur Unterscheidung der Knochenfische, namentlich von den Ganoiden, dienen können. Der Arterienstiel des Herzens wird bei allen Knochenfischen nur von der verdickten gewöhnlichen Faserlage der Arterie gebildet und es geht ihm gänzlich jene äußere Muskelschicht ab, welche dem Herzen der Ganoiden und der Knorpelfische eine dritte pulsirende Abtheilung zuführt; an seinem Grunde finden sich stets nur zwei Klappen, die den Eingang in die Kammer schließen. Eine Spiralklappe des Darms ist niemals vorhanden und die Sehnerven kreuzen sich vollständig übereinander, sodaß sie nach dem Auge der entgegengesetzten Seite gehen. Hinsichtlich der Schwimmblase, die bei allen Ganoiden vorkommt und sich in den Schlund öffnet, findet sich bei den Knochenfischen große Mannichfaltigkeit, indem sie bei den einen ganz fehlt, bei andern mit offenem Gange in den Schlund mündet, während bei noch andern dieser Luftgang vollständig verschlossen ist. Im allgemeinen scheint die Gegenwart der Schwimmblase nicht von so außerordentlicher Bedeutung, da selbst in derselben Gattung sie zuweilen der einen Art zukommt, der andern fehlt oder bei ganz nahe verwandten Familien ähnliche Unterschiede sich vorfinden.

Die Unterklasse ist außerordentlich zahlreich an Formen, die zum großen Theil nur sehr untergeordnetes

Interesse gewähren, wir erwähnen nur die hauptsächlichsten Familien.

Ordnung der Luftgänger (Physostomi).

Die Schwimmblase ist mit dem Schlunde durch einen offenen Luftgang verbunden.

Unterordnung der Bauchflosser (Abdominales).

Weiche, gegliederte Strahlen in allen Flossen (Malacopterygii). Die Bauchflossen in normaler Stellung unter dem Bauche.

Die Fische, welche dieser Unterordnung angehören, zeigen meist eine spindelförmige Gestalt und im allgemeinen eine große Regelmäßigkeit der Körperform, sowie eine gleichmäßige Ausbildung sämmtlicher Organe. Bei allen kommen sämmtliche Arten von Flossen vor, die stets nur von weichen Strahlen gestützt sind, mit alleiniger Ausnahme einiger Familien, bei welchen zuweilen der erste Strahl der Rücken-, Brust- oder Afterflosse eine knöcherne Consistenz besitzt und sich als starker, gewöhnlich gezähnter Stachel darstellt. Es findet sich stets nur eine von Strahlen gestützte Rückenflosse, hinter welcher zuweilen eine zweite strahlenlose nur von einer Hautduplicatur gebildete Flosse steht, die man mit dem Namen der Fettflosse bezeichnet hat; manchmal, jedoch nur selten, ersetzt diese Fettflosse auch die wirkliche Rückenflosse. Die Bauchflossen sind stets vorhanden und stehen unter allen Umständen unter dem Leibe, niemals an der Kehle oder an der Brust. Diese abdominale Stellung der Bauchflossen bildet in Verbindung mit dem durchgängigen Charakter der weichen gegliederten Flossenstrahlen das wesentlichste Merkmal dieser Unterordnung. Fast ebenso allgemein findet sich eine Schwimmblase, welche stets, wenn sie vorhanden ist, durch einen offenen Gang in die Rückenwand des Schlundes einmündet. Eine Familie, welche sich durch ihre übrigen Charaktere dieser Unterordnung so nahe anschließt, daß manche Forscher sie sogar nur für eine Gruppe halten, entbehrt freilich der Schwimmblase durchaus. Die Schuppen fehlen zuweilen gänzlich oder sind in seltenen Fällen durch Knochentafeln ersetzt, meist bedecken sie aber den ganzen Körper und haben unter allen Umständen einen ganzen hintern Rand, ohne Einschnitte, Kerben oder Spitzen, sodaß also alle hierhergehörigen Fische zu den Cycloidschuppern gehören. Von andern Unterordnungen der Knochenfische unterscheiden sich die Weichflosser außerdem noch durch die stets getrennten untern Schlundknochen. Die verschiedenen Familien sind äußerst zahlreich und meistens als Nahrungsmittel geschätzt; sie sind vorzugsweise Bewohner der süßen Gewässer.

Die Familie der Welse (Silurida) hat entweder eine ganz nackte lederartige Haut ohne jede Spur von Schuppen oder Knochentafeln, welche sich hauptsächlich in der Nähe des Kopfes entwickeln und zuweilen sogar den ganzen Körper einhüllen. Der Kopf ist plattgedrückt, breit, der Rachen entweder an der Spitze der Schnauze oder etwas mehr nach hinten auf der Unterfläche gelegen und die Mundspalte einzig von dem Zwischenkiefer gebildet, indem die Oberkiefer zu Bartfäden verlängert sind. Die Schwimmblase ist stets vorhanden und durch einen offenen Gang mit dem Schlunde verbunden; an ihrem vordern Ende befinden sich einige kleine, ineinandergelenkte Knöchelchen, von denen das hintere in die Sehnenhaut der Schwimmblase eingesenkt ist, das vordere aber an das Labyrinth heranreicht, sodaß Schwimmblase und Ohr durch eine Kette von Gehörknöchelchen miteinander verbunden sind. In den Brustflossen ist oft der erste Strahl ein starker Stachel, der durch ein eigenthümliches Gelenk gestellt werden kann, daß er als Vertheidigungsmittel dient. Die Ausbildung der Rückenflosse ist verschieden; bald ist sie sehr lang, in andern kurz oder vollkommen verschwunden und dann eine Fettflosse ersetzt, welche sich oft auch hinter der tragenden Rückenflosse findet; gleicher Wechsel ist sich in der Ausbildung der Afterflosse. Einige Gattungen finden sich eigenthümliche Hautsäcke, die sich längs der Wirbelsäule nach hinten ziehen und in die Kiemenhöhle ausmünden und zur Aufnahme von Luft oder Wasser bestimmt sind. Die Zähne der Welse sind stets aus echter Zahnsubstanz gebildet, hechel- oder bürstenförmig, manchmal zweispitzig, und die Kiemenspalten bald weit, bald nur eng und klein. Eine im Nil lebende Art, die nur eine Fettflosse auf dem Rücken besitzt (Siluroides terurus), zeichnet sich durch den Besitz mehrerer electrischer Organe aus, die zu beiden Seiten des Rückens unter der Haut liegen, gefaltete Längsblätter bilden und kräftige Schläge ertheilen. Die meisten Welse finden sich in den süßen Gewässern der Tropenzonen; in den europäischen Flüssen kommt eine Art vor, der gewöhnliche Wels (Silurus glanis, Taf. 24, Fig. 19), die aber zuweilen bis zu 300 Pfund von mehrern Centnern erreicht.

Die Familie der Karpfen (Cyprinida) unterscheidet sich der vorigen in der Bildung der quergetheilten Gehörknöchelchen mit dem Labyrinthe und der Schwimmblase überein, unterscheidet sich aber von allen übrigen Familien durch die kleine Mundspalte, die durchaus zahnlos ist und deren Rand nur von dem Zwischenkiefer gebildet wird, über den der Oberkiefer als sogenanntes Schnurrbartbein hinweg geht. Der Körper ist meist hoch, plattgedrückt, der Kopf klein, die Schuppen bald sehr groß, bald mittelmäßig, bald ordentlich klein und unscheinbar und bisweilen fehlend, insofern in ihrer Structur verschieden, aber nur kleinern Schuppen, zum Beispiel der Weißfische (Leuciscus), vielfache concentrische und Fächerlinien vorkommen, welche die Schuppe zellenartig erscheinen lassen, während bei den großen Schuppen der Karpfen und Weißfische die Fächerlinien fast verschwunden sind, die concentrischen Streifen übrigbleiben. Die Kiemenhaut hat sich stets nur eine Rückenflosse und eine Afterflosse. Die Karpfen nähren sich hauptsächlich von Pflanzen und Würmern, zu deren Zerkleinerung sonst das Maul zahnlos ist, auf den untern Schlundknochen einige große und mächtige Zähne, welche gegen eine vorspringende Stelle des Schädels, die mit Horn bedeckt ist, gepreßt werden können. Der Magen hat keinen Blindsack und keine Pförtneranhänge, die Kiemenhaut nur vier Strahlen. Bei einigen Gattungen kommt eine Fettflosse und Afterflosse ein starker gezähnter Stachel vor. Die Angehörigen dieser Familie hat man in mehrere Gruppen zertheilt: die echten Karpfen (Cyprinus) mit vier Bartfäden, Rücken- und Afterflosse mit gezähnten, starken Knochenstrahl beginnend, unser gemeiner Karpfen (Cyprinus carpio), mit seinen Varietäten Spiegelkarpfen, Lederkarpfen; die Schleien (Tinca chrysitis) mit zwei Bartfäden; die Gründlinge (Cobitis gobio, Fig. 17); die Karauschen (Carassius vulgaris, Fig. 15), ohne Bartfäden, wohin die Karausche und der aus China eingeführte Karausche (Carassius auratus) u. s. w.

Familie der Schmerlen (Acanthopsis) schuppenlos, Augen klein. Subordbitalstachel beweglichen Dornen. Schlundzähne schmal

ne Knochenkapsel eingeschlossen. Die Fische
Kasser und Luft durch den After ein und
den den Kiemen auf diese Weise. Graben
Schlamm ein. Hierher der größere Schlamm-
(Cobitis fossilis) mit zehn Bartfäden; die
(Cobitis barbatula, Taf. 24, Fig. 18) mit
Kden; die Grundel (C. taenia); beide letztere
Zt.

Familie der Hechte (Esocida) erreicht der
fer, welcher bei der vorigen Familie wie
arpfen ganz allein den Mundrand bildete,
des Rachens nicht, sodaß die hintere Hälfte
palte noch mit von dem Oberkiefer gebildet
indessen über dem Zwischenkiefer liegt. Die
che nur im süßen Wasser gemäßigter Zonen
, sind durchaus mit großen runden Schuppen
elche viele dichte concentrische Linien und
nige Fächerlinien zeigen, die in Spalten
, sodaß der vordere Rand in mehrere Lappen
wird. Ihr Mund ist sehr stark bewaffnet,
t nur auf dem Kiemenknochen, sondern auch
Gaumenbeinen, dem Pflugschar und der
elzähne vorkommen. Der Magen hat keinen
der kurze Darm keine Pförtneranhänge; die
ebenkiemen liegen tief unter der Haut der
le versteckt, die Schwimmblase ist einfach.
öhnlicher Hecht (Esox lucius, Fig. 9),
s der schlimmste Raubfisch unserer Gewässer.
milie der Heringe (Clupeida) bewohnt mit
lusnahmen nur das Meer und ist eine von
Fischfamilien, welche wesentlich für unsere
n Betracht gezogen werden.

ten Heringe sind über den ganzen Leib be-
it großen, dünnen, biegsamen, leicht ab-
Schuppen, deren concentrische Linien nur
n Rand parallel laufen und dort gerade
en. Ihre Fächerlinien neigen sich in Win-
hinten zusammen. Die Fische haben ein
tenes Maul, das vorn vom Zwischenkiefer,
n Oberkiefer eingefaßt wird, welcher durch
dem vorigen verbunden ist und so seine un-
Folge bildet. Der Schädel zeigt einen kleinen
tskamm und zwei Seitenkämme, die nach
ehr lange, dicke Stacheln auslaufen, sowie
lartige Verlängerungen des Keilbeins, die
n sich ausdehnend die ersten Halswirbel-
der Seite her umfassen. Eine Fettflosse
, ebenso einigen Gattungen die Schwimm-
he bei andern vorhanden ist; dagegen haben
Pförtneranhänge und die meisten eine Neben-
he aber bei andern sehr klein wird und all-
nz verschwindet. Die Schwimmblase zeigt
seitliche nach vorn gerichtete Blindsäckchen,
selbst häutige Kanäle, welche sich mit dem
verbinden, denen aber die Knöchelchen
ei andern Gattungen finden sich große, glas-
rchsichtige Augenlider, die von vorn und
das Auge bedecken und in der Mitte nur
echten Spalt lassen. Am bekanntesten von
ie ist der echte Hering (Clupea harengus,
zu dessen Fischerei in der Nordsee ganze
on Fahrzeugen ausgerüstet werden. Zur
vandern die Heringe in ungeheuern Scha-
Oberfläche und gegen die Küsten hin, um
Eier abzusetzen; sie schwimmen dann so
der Oberfläche, daß man von weitem her
rblick der glänzenden Schuppen sieht. Man
ptet, daß diese Heringsbänke hoch aus dem
Eismeer kämen und sich an der Spitze von
in zwei Züge theilten, von welchen der
eine östlich längs der norwegischen Küste bis in die Ostsee und an die jütische Küste sich ergieße, während der andere an der westlichen Küste Englands und Irlands herum bis in den Kanal und an die Bretagne gelange. Die Wahrheit liegt darin, daß die Fische das ganze Nordmeer bewohnen und zu verschiedenen Epochen vom Juli bis gegen den November hin an das Ufer herankommen.

Hierher ferner die Sardellen (Alausa pilchardus, Fig. 3), im Nordmeere, Alausa sardina im Ocean; der Maifisch oder die Alose (Alausa vulgaris), die in den Rhein in Scharen aufsteigt; die Anchovis (Engraulis encrasicholus, Fig. 4) im Mittel- und Nordmeere.

Die Familie der Lachse (Salmonida) wird von äußerst wohlschmeckenden, besonders den nördlichen Zonen angehörenden Fischen gebildet, die meistens nur in klaren Flüssen, Seen und Gebirgsbächen wohnen, von denen einige aber auch abwechselnd in das Meer hinabsteigen und nur zur Laichzeit in das süße Wasser kommen. Es sind meist schlanke, spindelförmige, lebhaft gefärbte oder gefleckte Fische mit deutlichen, großen, regelmäßigen Schuppen, ohne Fächerlinien, auf deren Oberfläche sich nur wenige concentrische Linien zeigen, die um die Schuppe herumlaufen. Sie besitzen stets eine hintere Fettflosse. Ihr Maul wird vorn vom Zwischenkiefer, hinten von dem durch Naht damit verbundenen Oberkiefer begrenzt. Die Bezahnung ist je nach den verschiedenen Gattungen außerordentlich verschieden, indem einige gar keine Zähne haben, während bei andern sämmtliche Knochen des Rachens damit besetzt sind. Sie haben kammartige Nebenkiemen, eine große einfache Schwimmblase, viele Pförtneranhänge an dem Darme und eine sehr eigenthümliche Bildung der Eierstöcke, die vollkommen abgeschlossen sind und mit keinem Ausführungsgange in Verbindung stehen. Die reifen Eier sprengen die zarten Kapseln, von welchen sie umgeben sind und fallen in die Bauchhöhle, aus der sie durch eine mittlere, hinter dem After gelegene Oeffnung ausgeführt werden. Es gehören hierher die verschiedenen Lachse, Forellen, die man in den klaren Gebirgswässern antrifft und die jetzt wesentlich Gegenstand der künstlichen Fischzucht geworden sind: die Lachse (Salmo salar, Taf. 24, Fig. 10), mit großen Zähnen und aufwärtsgebogenem Unterkiefer beim alten Männchen, mit langem Pflugscharknochen, aus dem Meere in die Flüsse aufsteigend, bis 25 Kilo schwer; der Salmling (Salmo umbla, Fig. 12) in den Alpenseen, mit kurzem Pflugscharbein; die Bachforelle (Salmo fario, Fig. 11), mit farbigen Flecken, in klaren Bächen; die durchaus zahllosen Maränen oder Felchen (Coregonus maraena, Fig. 13), nur in Seen.

Die Familie der Blindfische (Heteropygia) ist nur durch eine einzige kleine Art bekannt, welche in unterirdischen Höhlen Nordamerikas lebt und durch die Stellung der Flossen sich den Stockfischen nähert. Das Fischchen ist nackt, länglich, der Kopf abgerundet, das vordere Nasenloch weit von dem hintern entfernt und in eine Röhre ausgezogen; die sehr kleinen Augen von undurchsichtiger Haut überzogen. Der After befindet sich vor den Bauchflossen unter der Kehle, der Darm besitzt Pförtneranhänge und der Magen einen Blindsack. Nebenkiemen und Fettflosse fehlen, die Schwimmblase ist einfach. Der Fisch gebiert lebendige Junge. Amblyopsis spelaeus.

Wir erwähnen nur die Familien der Panzerwelse (Goniodonta), der Zahnkarpfen (Cyprinodonta), der Nilhechte (Mormyrida), der Leuchtfische (Scopelida), ohne uns weiter damit zu beschäftigen.

Unterordnung der Kahlbäuche (Apodes).

Luftgang der Schwimmblase offen; keine Bauchflossen.

Der Körper dieser Fische, von welchen der Aal den bei uns bekanntesten Typus darstellt, ist schlangenförmig langgestreckt, mit nackter, weicher, schleimiger Haut überzogen, in deren Dicke zuweilen fast mikroskopisch kleine Schüppchen versteckt sind, welche einander niemals berühren und so regelmäßige Fächerstreifen und concentrische Linien zeigen, daß sie aus einzelnen nach der Peripherie hin wachsenden Zellen zusammengesetzt scheinen. Die meisten dieser Fische haben eine lange sackartige Schwimmblase mit einem Luftgange, der ebenso wie bei der vorigen Unterordnung in die obere Wand des Schlundes mündet; ihre Flossen sind stets von weichen Strahlen gestützt, aber im ganzen äußerst rudimentär; die Bauchflossen fehlen immer; von den Brustflossen sind sehr häufig nur die rudimentären Schultergürtel vorhanden, während die äußere Flosse gänzlich fehlt. Auch die senkrechten Flossen sind entweder nur in der Form einer durchgehenden Embryonalflosse vorhanden oder mehr oder minder abortiv. Der Schädel aller fußlosen Fische ist lang, schmal, die obere Fläche platt, eben, ohne Spur von Kämmen und Gruben, die Hinterhauptsfläche wie senkrecht abgeschnitten. Kopf und Hals sind von dicker Haut überzogen, welche den Kiemendeckel und die Kiemenhaut so sehr einhüllt, daß sie von außen nicht gewahrt werden können und meist nur eine kleine unbedeutende Kiemenspalte übrigbleibt, während zugleich hierdurch ein weiter Kiemensack gebildet wird, an den sich zuweilen noch ein accessorischer, längs der Rückenwirbelsäule ausgedehnter Athemsack anschließt, was die Fische dieser Ordnung meistens befähigt, das Wasser zu verlassen und längere Zeit auf trockenem Lande auszuhalten. Alle sind gefräßige Raubfische, die theils im Meere, theils im süßen Wasser leben.

Die Aale (Muraenida) haben einen spitzen Kopf mit lang vorgezogener Schnauze, die mit starken Hakenzähnen bewaffnet ist. Die Mundspalte wird einzig vom Zwischenkiefer begrenzt; der Oberkiefer liegt über demselben, zu einem ganz kleinen Knöchelchen geschwunden, im Fleische. Die Brustflossen fehlen oft gänzlich; vor ihnen findet sich die fast horizontal gestellte, spaltförmige kleine Kiemenöffnung; auch die senkrechten Flossen sind zuweilen so verkümmert, daß eine oder die andere, zuweilen selbst alle gänzlich fehlen. Der Schultergürtel ist nicht, wie bei den übrigen Knochenfischen, an dem Hinterhaupte, sondern weiter nach hinten an der Wirbelsäule aufgehängt. Die Bauchhöhle ist ziemlich kurz, der After fast in der Mitte des Körpers, der Magen mit einem Blindsacke versehen, der Darm dagegen ohne Pförtneranhänge; Eierstöcke und Hoden entbehren gänzlich aller Ausführungsgänge und ihre Producte werden durch zwei sehr kleine Oeffnungen zu beiden Seiten des Afters aus der Bauchhöhle, in die sie sich entleeren, ausgeführt. Der ziemlich allgemein verbreitete Glaube, daß die Aale lebendige Junge gebären, ist falsch und wurde durch die Entleerung von Eingeweidewürmern aus dem After bedingt, die man ihrer Gestalt wegen für junge Aale hielt.

Hierher gehört unser gewöhnlicher Aal (Anguilla vulgaris, Taf. 24, Fig. 2), der zur Ablegung seiner Eier in das Meer wandert, aus welchem die junge Brut in Scharen wieder aufsteigt und der in den brakischen Lagunen von Comacchio besonders in Massen gezüchtet wird; der Meeraal (Conger), bis zu 6 Fuß lang, schlechtes Fleisch; die Muräne (Gymnothorax muraena, Taf. 23, Fig. 19), schwarzbraun marmoriert, ohne Brustflossen, im Alterthum außerordentlich geschätzt und von den Römern mit Sklaven gemästet.

In der Familie der Löcheraale (Symbranchida) sind die beiden Kiemenöffnungen unter der Kehle zu einem einzigen Loche vereinigt, welches gewöhnlich durch eine mittlere Scheidewand in zwei Theile getheilt ist. Der Zwischenkiefer begrenzt wie bei den vorigen das ganze Maul, aber der Oberkiefer ist rudimentär und im Fleische versteckt, sondern der Zwischenkiefer in seiner ganzen Länge; der Schultergürtel ist weit hinter dem Kopfe an der Wirbelsäule aufgehängt; die Brustflossen fehlen gewöhnlich, den senkrechten Flossen lassen sich meistens die Strahlen kaum erkennen. Die Schwimmblase, der Schlund des Magens und die Pförtneranhänge fehlen vielfach; aus, der Darm ist ganz gerade und die Leber außerordentlich lang; hinsichtlich der Bildung der Geschlechtstheile unterscheiden sich diese Thiere ebenfalls auffallend von den Aalen, indem sowol Hoden wie Eierstöcke unmittelbar in Ausführungsgänge fortsetzen, welche an dem After öffnen. Bei einigen Gattungen ist die Zahl der Kiemen verringert und dagegen auch Athemsäcke ausgebildet, welche von der Kiemenhöhle ausgehen. Sie leben in den süßen Gewässern tropischer Länder.

Die Zitteraale (Gymnotida) kommen mit den vorigen in der Anatomie der Geschlechtsorgane überein, unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, daß die Kiemenöffnungen wie bei den gewöhnlichen Aalen seitlich über den sehr kleinen Brustflossen sich befinden. Das Maul wird nur vorn von dem Zwischenkiefer, weiter nach hinten dagegen von dem Oberkiefer begrenzt, ein wesentlicher Unterschied von den vorigen Familien; die Bauchhöhle ist nur sehr klein, der Darm, welcher Pförtneranhänge besitzt, öffnet sich nach einigen Windungen unter der Kehle, wo die ungemein lange Afterflosse beginnt; die Rückenflosse fehlt ganz. Der bekannteste Fisch aus dieser Familie, der Zitteraal (Gymnotus electricus), der in den sumpfigen Gewässern der Savannen Südamerikas lebt, wird bis 6 Fuß lang und kann so heftige Schläge erteilen, daß Menschen und Pferde davon für einige Zeit gelähmt werden. Das elektrische Organ erstreckt sich von ihm durch die ganze Länge des Schwanzes und der Kehle an zu beiden Seiten unter der Wirbelsäule und besteht aus Platten, die zu Säulen aufgehäuft sind, welche quer gegen die Hautfläche stehen. Andere Gattungen entbehren dieses mächtigen elektrischen Organs durchaus.

Ordnung der Blindgänger (Physoclisti).

Der Luftgang der Schwimmblase ist geschlossen; die Kiemen kammförmig; der Oberkieferapparat beweglich.

Unterordnung der Ohnedornen (Anacanthina).

Nur weiche Strahlen in den Flossen; untere Schlundknochen getrennt; Bauchflossen fehlend oder nach vorn gerückt.

Die Fische, welche diese Unterordnung bilden, kommen mit den Weichflossern insofern überein, als sie ganz allgemein nur weiche gegliederte Strahlen in den senkrechten Flossen besitzen und ihnen sogar auch jener Stachelstrahl ganz allgemein fehlt, welcher bei einigen Gattungen der Weichflosser vorkommt; sie unterscheiden sich aber von den Weichflossern wie von den Fußlosen durch den Bau der Schwimmblase, an welcher der Luftgang stets vollkommen geschlossen ist, sodann

Communication zwischen der Schwimmblase und Schlunde stattfindet. Meist ist sogar der urngliche Luftgang, der beim Embryo existirte, so verschwunden, daß man nicht einmal eine Anung des vordern Endes der Schwimmblase an den und mehr findet. Ein fernerer Unterschied ist der, daß die Bauchflossen entweder fehlen, was ß selten ist, oder aber sich an der Kehle unmittelunter den Brustflossen oder vor denselben befinden. untern Schlundknochen sind stets vollkommen gent, was sie von der folgenden Unterordnung unterdet. In den übrigen Charakteren herrscht eine emein große Verschiedenheit zwischen den verdenen Familien, deren Vereinigung allerdings auf ersten Blick etwas sehr Ungewöhnliches hat.

Die Sandaale (Ammodytida) kommen in der langrechten Körperform, in dem Mangel der Bauchflossen den Aalen überein, unterscheiden sich aber von en durch die wohlausgebildete gabelige Schwanzse, durch die zwar nackte, aber silberglänzende straffe ut und durch die vollständige Ausbildung des Kiemenkelapparats, der ganz frei und nicht von lederartiger ut überzogen ist. Die Rückenflosse beginnt fast im cken und setzt sich bis an die Basis der Schwanzse fort, sie ist ebenso wie die Afterflosse von weichen rahlen gestützt, die aber völlig ungetheilt und einh sind. Die Sandaale besitzen Nebenkiemen und stielförmigen Knochen des Schultergürtels, welcher en Aalen fehlt, bei den übrigen Knochenfischen aber rhanden ist. Die schlanken Fische graben sich in r Nähe des Strandes besonders gern da ein, wo r Sand bei der Ebbe trocken gelegt wird; sie dienen uptsächlich bei dem Fischfange als Köder.

Die Schlangenfische (Ophidida) kommen mit n Aalen und mit der vorigen Familie durchaus in r Körperform sowie in dem Mangel der Bauchssen überein. Manche dieser Fische haben auch wie e Aale keine Brustflossen, sodaß man sie früher nzlich zu diesen stellte. Die senkrechten Flossen sind on einfachen, ungetheilten, weichen Strahlen gestützt nd zuweilen so sehr von Haut überzogen, daß sie ettflossen gleichen; sie haben alle eine Schwimmblase, elche keinen Luftgang besitzt, und deutliche Nebenemen, meist aber keine Pförtneranhänge; der After ndet sich bald mehr in der Mitte des Körpers, bald eit nach vorn unter der Kehle. Einige haben Bartfäden und kleine Schuppen, in der Haut versteckt,ährend andere ganz nackt sind; sie kommen nur in er See vor, und zwar nicht nördlicher als im Mittelmeere.

Weit bekannter und zahlreicher als die vorige ist die Familie der Stockfische (Gadida), welche sich hauptsächlich nur im Meere, und zwar mehr in den nördlichen Gegenden finden. Es sind langgestreckte, spindelförmige Fische mit langem Schwanze, kurzer Bauchhöhle und meist breitem, abgeplatteten Kopfe, deren Körper gewöhnlich von schleimiger Haut überzogen ist, in der sehr kleine, weiche Schuppen sitzen, welche gänzlich in Hauttaschen versteckt sind, wenige, weit abstehende concentrische Linien besitzen, die um die ganze Schuppe herumlaufen, und durch wenige Fächerlinien durchschnitten werden, sodaß sie aus Zellen zu bestehen scheinen. Selten nur ist der ganze Körper mit einem Ueberzuge zusammenhängender, horniger, stacheliger Schuppen bedeckt. Das Maul ist meist weit gespalten, endständig, mit kleinen hechelförmigen Zähnen bewaffnet, der Zwischenkiefer begrenzt es in seiner ganzen Länge; der Kopf ist schuppenlos; der Schädel ausgezeichnet durch die blasenartige Auftreibung seiner hintern Hälfte auf der untern Seite, die wie ein runder Sack vortritt. Die zugespitzten Bauchflossen stehen unter der Kehle vor den Brustflossen und sind zuweilen selbst auf einen einzigen Strahl reducirt. Das System der senkrechten Flossen ist außerordentlich entwickelt, indem zu einer großen Schwanzflosse sich meist noch zwei bis drei Rückenflossen und wenigstens eine große, wenn nicht zwei Afterflossen gesellen. Alle sind äußerst gefräßige Raubfische, deren Fleisch sehr geschätzt ist und häufig getrocknet oder gesalzen als Nahrung dient. Zum Fange des gewöhnlichen Kabeljaus (Morrhua vulgaris, Taf. 24, Fig. 6) werden besonders nach Neufundland und den norwegischen Inseln (Lofoten) zahlreiche Schiffe ausgerüstet. Man fängt die Fische mit langen Grundangeln oder Tiefnetzen und trocknet sie, nachdem man sie ausgeweidet und den Kopf abgehauen hat, entweder einfach, wo sie dann Stockfisch heißen, oder man salzt sie ein, in welchem Falle sie Laberdan genannt werden, zuweilen auch salzt man sie nur zur Hälfte, trocknet sie dann und bringt sie unter dem Namen Klippfisch in den Handel. Auch andere Gattungen derselben Familie, z. B. die Schellfische, Dorsche u. s. w. werden, in ähnlicher Weise zubereitet, in den Handel gebracht und die einzige im süßen Wasser lebende Gattung, die Aalquappe (Lota vulgaris, Fig. 8), gilt ebenfalls für einen guten Tafelfisch.

Familie der Schollen (Pleuronectida), ausgezeichnet durch ihren hohen platten Körper und die unsymmetrische Form ihres Kopfes. Der Körper dieser Fische bildet eine ei- oder linsenförmige Scheibe, deren vordere Spitze von dem Kopfe, die hintere von der meist kleinen runden Schwanzflosse eingenommen wird. Die Rückenflosse beginnt meist unmittelbar über den Augen, zuweilen selbst vorn an der Schnauzenspitze, und zieht sich über den ganzen Rand des Körpers hinweg; die ihr entsprechende hintere Afterflosse ist nur wenig kleiner, da die Bauchhöhle ungemein klein ist und der After sich ganz vorn an der Kehle befindet. Der ganze Körper ist demnach eigentlich nur ein ungemein zusammengedrückter, scheibenförmiger Schwanz. Diese ganze Bildung wäre noch nicht so sehr auffallend, da es viele Fische gibt, deren Körper ungemein zusammengedrückt, hoch und platt ist, allein bei den Schollen tritt hierzu noch die Eigenthümlichkeit, daß der vordere Theil ihres Schädels so verschoben und verbogen ist, daß sich die Augen nur auf einer Seite befinden. Diese Augenseite, welche bald die rechte, bald auch die linke ist, wird von dem Fische in der That stets nach oben gewendet und ist allein mehr oder minder dunkel gefärbt, zuweilen getüpfelt, während die andere Seite, auf welcher die Augen nicht stehen, stets durchaus ungefärbt, weißlich gelb ist. Die Mundspalte ist gewöhnlich klein, an der vordern Kante angebracht, mit Hechelzähnen bewaffnet; die Brustflosse zuweilen unsymmetrisch, indem sie auf der ungefärbten, augenlosen Seite nur rudimentär ist oder selbst ganz fehlt; die Bauchflossen stehen ganz vorn, unmittelbar unter der Kehle. Die meisten Schollen haben trotz der durchaus weichen Flossenstrahlen rauhe, hinten gezähnte Kammschuppen, einige aber wirkliche Cycloidschuppen ohne eine Spur von Zähnelung auf dem hintern Rande. Die Fische lieben tiefe, sandige Küsten und sind alle nur Meeresbewohner, obgleich sie hier und da mit der Flut in größere Flußmündungen aufsteigen; ihr Fleisch ist äußerst wohlschmeckend und gesund, ihre Größe manchmal bedeutend.

Sie sind Raubfische und besitzen neuern Beobachtungen zufolge sogar die Fähigkeit, sich in ihrer Farbe dem Grunde, auf dem sie zu liegen pflegen, anzupassen. Bei den Schollen fließt die Schwanzflosse nicht mit den andern Flossen zusammen, sondern bleibt

isolirt; hierher gehört die geschätzteste Art, der Steinbutt oder Turbot (Rhombus maximus, Taf. 23, Fig. 17), mit nagelartigen Buckelschildchen; die weniger geschätzte Scholle (Pleuronectes nigrimanus; Fig. 18) und der Heiligenbutt (Hippoglossus maximus) um Norwegen, bis 3 Centner schwer; bei der Zungen dagegen, die eine längere Gestalt haben, fließt die Schwanzflosse mit den andern zusammen und die Brustflossen sind meist reducirt. Hierher unsere gewöhnliche Zunge (Solea vulgaris, Fig. 16).

Unterordnung der Schlundnähter (Pharyngognathi).

Die untern Schlundknochen zu einem Stücke vereinigt.

Der anatomische Charakter, welcher diese Unterordnung vor allen übrigen auszeichnet, liegt in der Verwachsung der untern Schlundknochen, welche bei allen übrigen Knochenfischen ohne Ausnahme vollkommen getrennt sind, zu einem einzigen unpaaren, meist mit stumpfen Kegelzähnen besetzten Knochenstücke, welches gewöhnlich keine Spur von Naht zeigt, obgleich es gewiß ursprünglich aus zwei getrennten, seitlichen Stücken zusammengewachsen ist. Bei einer Familie der Unterordnung findet sich indessen diese ursprüngliche Trennung noch durch eine Naht angedeutet. Im übrigen wechseln die Charaktere dieser Unterordnung sehr; ihre Schwimmblase entbehrt durchaus eines Luftganges, wodurch sie sich den Stachelflossern anschließen, auch mit der vorigen Unterordnung übereinkommen. Dagegen finden sich je nach den Familien bald ganzrandige, bald Kammschuppen; bald nur weiche Strahlen an den Flossen, bald Stachelstrahlen; die Bauchflossen bald unter dem Bauche, bald an der Brust oder selbst an der Kehle.

Die Hornhechte (Scomberesocida) besitzen in allen Flossen nur weiche, biegsame Strahlen und schließen sich dadurch den vorhergehenden an, während die Stellung ihrer Flossen bald mehr den Hechten oder den Makrelen sich nähert. Sie haben glatte Cycloidschuppen und jederseits an dem Bauche nahe der Mittellinie eine Reihe gefielter, vorspringender Schuppen, welche den Bauchrand scharf machen; ihr Kopf ist hinten abgeplattet, der Schädel stets ganz platt, ohne Spur von Kämmen oder Gruben, das kleine, obere Hinterhauptsbein stachelartig nach hinten verlängert, die Stirn etwas eingedrückt. Beide Kiefer oder auch nur der Unterkiefer sind in eine lange gezähnelte Schnauze ausgezogen. Die Brustflossen sind gewöhnlich ungemein entwickelt, weit nach hinten gestellt, zuweilen so sehr vergrößert, daß sie, wie bei dem fliegenden Fische (Exocoetus), förmlich als Flügel benutzt werden können, mittels deren diese Thiere auf eine Strecke von mehrern hundert Fußen in der Luft hinsegeln können. Die Bauchflossen sind abdominal und haben stets nur weiche, gegliederte Strahlen; die Rückenflosse ist weit nach hinten der Afterflosse gegenübergerückt, und zuweilen finden sich hinter diesen beiden Flossen noch kleine falsche Flossen, in ähnlicher Weise wie bei den Makrelen. Die drüsigen Nebenkiemen sind gänzlich von der Haut der Kiemenhöhle verdeckt, der Magen hat keinen Blindsack und die Blinddärme fehlen durchaus; an der spitzen Schnauze sind bald beide Kiefer gleich lang, bald nur der Unterkiefer sehr verlängert, der Oberkiefer dagegen klappenförmig verkürzt. Es sind geschmacklose, schlechte Fische, die nur in der See vorkommen. Der gewöhnliche Schwalbenfisch (Exocoetus volitans, Taf. 23, Fig. 15) hauptsächlich im Ocean zwischen den Wendekreisen; der Hornhecht (Belone vulgaris, [illegible] langem Schnabel und grünen Knochen, [illegible] um Europa.

Die Familie der Lippfische (Labroi[illegible] falls nur der See an und prangt [illegible] mannichfaltigsten, buntesten Farben. [illegible] Fische ist meist seitlich etwas zusam[illegible] großen, flachen, ganzrandigen Cycloi[illegible] die viele fächerförmige Strahlen und [illegible] centrische Linien zeigen. Die Mundspa[illegible] klein, bei den meisten mit fleischigen [illegible] Lippen umgeben und das Maul ist [illegible] daß es bedeutend vorgestreckt werden [illegible] hintern, stielförmigen Fortsätze der Zw[illegible] einer Rinne der Nasenbeine auf- und ab[illegible] Gewöhnlich stehen in den Kiefern einzelne [illegible] artige oder kegelförmige Zähne, zuwei[illegible] sind dieselben in ähnlicher Weise wie be[illegible] kiefern schnabelförmig vorgezogen und [illegible] der äußern wie auf der innern Fläche [illegible] zu einer zusammenhängenden Schmelzplatte [illegible] verwachsen (so bei Scarus, Odax, Cal[illegible] Gaumen ist zahnlos, die gänzlich verschm[illegible] Schlundknochen aber mit breiten, platten[illegible] zähnen besetzt. Der Schädel zeigt in der [illegible] gegend kurze, kleine Kämme durch seit[illegible] trennt, während eine tiefe Grube den [illegible] der Stirnbeine ausbohlt und sich noch [illegible] beine hinzieht. Es finden sich kammartige [illegible] aber auf dem vierten eigentlichen Kiemen[illegible] nur eine Reihe von Kiemenblättchen, und [illegible] zwischen diesem Kiemenbogen und den [illegible] fehlen durchaus. Ihr Magen hat keinen [illegible] Darm keine Pförtneranhänge, ihre [illegible] meistens ununterbrochen, ihr Fleisch nur [illegible] Güte. Die abgebildete Art (Meerjunker [illegible] terranea, Taf. 24, Fig. 1) häufig an den [illegible] des Mittelmeers.

Wir erwähnen nur die Familien der Ka[illegible] (Holocanti), lebendig gebärende Süßwa[illegible] Californien; der Flußlippfische (Chro[illegible] amerika; der Nahtbarsche (Pomacentrid[illegible]

Unterordnung der Stachelfli[illegible] (Acanthopterygii).

Vorn in der Rückenflosse stet[illegible] strahlen. Schlundknochen getren[illegible] tiefer apparat beweglich; Kiemen[illegible] förmig.

Der wesentliche positive Charakter [illegible] zahlreichen Unterordnung liegt einesthe[illegible] Bildung der Flossen, anderntheils in de[illegible] der Schwimmblase, der negative in der [illegible] derjenigen Eigenthümlichkeiten, welche [illegible] Unterordnungen charakterisiren, wie nam[illegible] vollständigen Trennung der untern Schl[illegible] und der Beweglichkeit der Kiefer, wodurch [illegible] Unterordnung angehörenden Fische ein[illegible] den stachelflossigen Hastkiefern, andere[illegible] den Familien der Schlundnähter unterschei[illegible] stachelige Flossen und Kammschuppen [illegible] allen Angehörigen der Stachelflosser sind [illegible] auf dem Rücken stehenden Strahlen, [illegible] um einer besondern Flosse angehören [illegible] weichen Rückenflosse sich fortsetzen oder [illegible] isolirt stehen, stets ungetheilt und [illegible] Fällen sogar förmliche Stacheln, mit [illegible] dieser Fische heftig verwunden können. [illegible] Umständen hat auch die Afterflosse [illegible] Strahlen, und in den äußerst seltenen Fä[illegible]

Stachelstrahlen in den senkrechten Flossen wirklich fehlen, findet sich doch wenigstens in den Bauchflossen, sobald diese vollständig entwickelt sind, ein ausgebildeter Stachelstrahl vor. Die Bauchflossen stehen nur in sehr seltenen Fällen unter dem Leibe, gewöhnlich an der Brust, zuweilen auch vor den Brustflossen, die stets vorhanden sind, unter der Kehle. Die Schwimmblase fehlt häufig, wenn sie aber vorhanden, so findet sich stets der embryonale Luftgang durchaus verschlossen oder verschwunden, sodaß niemals eine Spur von Communication mit dem Schlunde existirt. In Hinsicht aller übrigen Charaktere herrscht bei den zahlreichen Familien die größte Mannichfaltigkeit, sodaß es unmöglich wäre, hier weiter darauf einzugehen.

Die Röhrenmäuler (Aulostomida) besitzen eine lange vorgezogene Schnauze, welche ganz in derselben Weise, wie die Schnauze der Büschelliemer, von den zu einer Röhre verlängerten Gesichtsknochen gebildet wird, an deren Ende sich die kleine Mundspalte mit den kleinen Kieferknochen befindet. Der Zwischenkiefer begrenzt die Mundspalte in ihrer ganzen Ausdehnung. Der Körper dieser Fische ist bald lang, cylindrisch, bald schmal und hoch, die Haut fast nackt oder mit kleinen Kammschuppen oder selbst mit breiten schuppenartigen Panzerstücken bekleidet. Die mit weichen Strahlen besetzte Rückenflosse steht weit nach hinten über der Afterflosse, und vor ihr befinden sich bald eine zweite Stachelflosse, bald freie Stachelstrahlen, ja bei einer Gattung fehlen alle Stachelstrahlen gänzlich. Die kleinen Bauchflossen stehen etwa in der Mitte des Körpers unter dem Bauche, und es zeigt sich durch diese Stellung, sowie durch den Mangel von Stachelstrahlen bei der einen Gattung eine unverkennbare Annäherung dieser Familie zu den Weichflossern. Es sind ungenießbare Fische, die gegen Norden hin nicht höher als nach dem Mittelmeere sich ausbreiten. Die abgebildete Art (Meerschnepfe, Centriscus scolopax, Taf. 22, Fig. 13) im Mittelmeer.

Die Familie der Panzerwangen (Cataphracta) zeigt in einigen Gattungen die seltsamsten Formen, welche überhaupt in der ganzen Klasse vorkommen. Der Kopf dieser Fische ist meist unverhältnißmäßig groß und oft mit seltsamen Stacheln, Vorsprüngen und Hautlappen versehen, sodaß er ein höchst sonderbares Aussehen gewinnt. Der Vorderdeckel ist fast immer in Stacheln oder Dornen ausgezogen, mit Rauhigkeiten und Ecken bedeckt und die Reihe der Unteraugenknochen unter sich und mit dem Vorderdeckel so verwachsen und so ausgedehnt, daß sie eine schützende Knochendecke auf der Wangengegend bilden, unter welcher der Kaumuskel sich anheftet. Das System der senkrechten Flossen ist gewöhnlich sehr stark entwickelt, die mächtigen Stachelstrahlen stehen bald vereinzelt, wie bei den gemeinen Stichlingen (Gasterosteus aculeatus, Taf. 23, Fig. 10), bald bilden sie eine vordere Rückenflosse, wie bei den Groppen (Cottus), bald vereinigen sich beide Arten von Strahlen zu einer einzigen großen Rückenflosse. Die Brustflossen sind meistens ungemein entwickelt, bei einer Gattung (Dactylopterus) sogar von Körperlänge, sodaß sie als Flugwerkzeuge dienen; zuweilen finden sich vor ihnen freie gegliederte Strahlen, die wie es scheint selbst zum Tasten benutzt werden; die Bauchflossen sind klein, meist unter den Brustflossen aufgehängt; jedoch gibt es auch Gattungen, wie die erwähnten Stichlinge, wo sie durch einen starken Stachel, der unter dem Bauche steht, vertreten sind. Die Haut ist bei der Minderzahl entweder nackt oder mit Knochentafeln gepanzert, meist aber mit kleinen Schuppen bedeckt, die stets Kammschuppen sind, sonst aber in ihrer Structur sehr wechseln. Oft finden sich nur sehr wenige Zähnchen auf dem hintern Rande, bei andern kleine, wenig erhabene, kielförmige Leisten; ja bei einigen Knurr- oder Seehähnen (Trigla) scheinen sogar die Kammzähnchen gänzlich zu fehlen und reine, ganzrandige Cycloidschuppen vorzukommen. Die Stichlinge, welche unsere süßen Gewässer bewohnen, zeichnen sich durch eine merkwürdige Fürsorge für ihre Jungen aus. Das Männchen baut nämlich zur Laichzeit aus Wasserpflanzen, die es mit Steinen beschwert, ein rundes Nest mit einem einzigen Zugange, in welches das Weibchen dann die Eier ablegt, die das Männchen in dem Neste befruchtet. Während der ganzen Zeit der Entwickelung der Jungen bewacht nun das Männchen mit vielem Muthe das Nest, von dem es jede sich nähernde Gefahr abzuwenden sucht. Außer diesen und den Groppen kommt keine Art der zahlreichen Familie in den süßen Gewässern vor, während sie alle Meere bevölkern.

Die Familie der Barsche (Percida) unterscheidet sich von der vorigen durch die freien Unteraugenknochen, welche mit dem Vorderdeckel in keiner Weise verwachsen sind. Der Kopf hat meistens eine regelmäßige Gestalt und entbehrt jener unförmlichen Stacheln und Anhänge, welche bei den Panzerwangen so oft vorkommen; dagegen ist der Vorderdeckel oder der Kiemendeckel oder beide zugleich an ihrem hintern Rande mit Stacheln oder Zähnelungen versehen. Der Schädel ist namentlich in seinem hintern Theile sehr entwickelt, während das Gesichtstheil lang und schmal ist. Der mittlere Kamm des Schädels setzt die Stirnlinie fort, ohne sich von den Hinterhauptsbeinen über die Stirnbeine wegzuziehen, die stets flach sind. Die seitlichen Schädelkämme gehen ebenfalls nie weiter, als bis zum hintern Rand der Augenhöhle. Die Mundspalte ist gewöhnlich weit und die Kiefer sowol wie der Vordertheil des Pflugscharbeins immer, die Gaumenbeine meistentheils mit Hechel- oder Bürstenzähnen besetzt, unter denen sich zuweilen einige größere Fangzähne auszeichnen. Die Schuppen sämmtlicher Barsche sind an ihrem hintern Rande rauh und stachelig, meist durch aufgesetzte kleine zahnartige Stückchen, zuweilen aber auch dadurch, daß die sehr dicke und starke Schuppe auf ihrer Hinterfläche wie ein Kamm ausgesägt ist. Nähere Untersuchungen über die Anatomei dieser sehr zahlreichen Familie, und namentlich über die Structur ihres Schädels werden ohne Zweifel noch fernere Anhaltspunkte zu ihrer Unterscheidung bieten. Wir theilen dieselben einstweilen in folgende Gruppen: Die eigentlichen Barsche (Percida), mit spindelförmigem, meist etwas seitlich zusammengedrücktem Körper, gezähneltem Vorderdeckel und weiter Mundspalte, haben gewöhnlich sieben, selten weniger, niemals mehr Strahlen in der Kiemenhaut und bald eine einfache, halbstachelige Rückenflosse, wozu unser Kaulbarsch (Acerina cernua, Taf. 23, Fig. 13) gehört; bald zwei Rückenflossen, von welchen die erste stachelich die zweite mit weichen Strahlen versehen ist; hierher gehört unser gewöhnlicher Flußbarsch (Perca fluviatilis, Fig. 12) und der mit Recht so geschätzte Sander, Schill, Amaul oder Fogosch der Ungarn (Lucioperca sandra, Fig. 11); ihre Bauchflossen die höchstens sechs weiche Strahlen haben stehen unter den Brustflossen und ihre Schuppen sind stets an dem hintern Rande durch aufgesetzte Stückchen rauh und gezähnt; sie kommen theilweise in süßen Gewässern, meistens aber in dem Meere vor und haben meist vortreffliches Fleisch. Die Urbarsche (Holocentrida) gleichen den vorigen in der Stellung der Bauchflossen, die indessen stets wenigstens sieben weiche

Strahlen haben, unterscheiden sich aber von ihnen wesentlich dadurch, daß die Kiemenhaut zum mindesten sieben Strahlen besitzt und daß die Schuppen, die aus biegsamer Hornsubstanz gebildet sind, an dem hintern Rande einfach gesägt sind.

Eine dritte Gruppe, die der Petermännchen (Trachinida), wird von denjenigen Gattungen gebildet, bei welchen die Bauchflossen ziemlich weit vor den Brustflossen hart unter der Kehle stehen und außerdem eine sehr kleine stachelige Rückenflosse und deutliche, ganzrandige Cycloidschuppen sich finden; zwei Charaktere, die so sehr auffallen, daß allerdings eine vollständige Trennung dieser Gruppe und ihre Erhebung zu einer eigenen Familie gerechtfertigt erscheint. Der Stich ihrer Rückenstacheln wird von den Fischern sehr gefürchtet.

Die Familie der Umberfische (Sciaenida) kommt mit den Barschen in der allgemeinen Körperform und in der Anordnung der Flossen vollkommen überein; auch hier findet sich bald nur eine, bald zwei getrennte Rückenflossen, während die Bauchflossen stets unter den Brustflossen stehen; das Maul ist weit gespalten, die Kiefer häufiger als bei den vorigen mit starken Fangzähnen zwischen den kürzern Zähnen besetzt; Pflugschar und Gaumenbeine, welche bei den Barschen stets Zähne tragen, sind bei den Umbern ohne Ausnahme zahnlos, dagegen der Kiemendeckel und der Vorderdeckel stets gezähnt oder bestachelt. Die Schuppen sind immer Kammschuppen und erstrecken sich meist über Kopf, Wangen und Kiemendeckel, oft auch weit auf die Flossen hinauf, und es kommt sogar ein Beispiel vor, daß auf den großen Schuppen noch kleinere aufliegen. In ihrer Structur zeigen diese Schuppen viele Regelmäßigkeit; die dem Hinterrande aufgesetzten Zähnchen stehen zierlich geordnet im Quincunx; die concentrischen Streifen sind wenig entwickelt. Der Schädel ist in der Stirngegend meist stark gewölbt und diejenigen Knochen, welche die Schleimkanäle leiten, blasenartig aufgetrieben, sodaß sie oft große Höhlen bilden. Die überall geschlossene Schwimmblase hat seltsame, blindsackartige Anhänge zu beiden Seiten, welche sich oft noch fingerförmig vertheilen und der ganzen Schwimmblase das Ansehen eines mit Fransen besetzten Beutels geben. Die abgebildete Art im Mittelmeere: der Corb (Corvina nigra, Fig. 5).

Die Familie der Meerbrassen (Sparida) trägt in Gaumenknochen und Pflugschar keine Zähne, glatte Hinterränder des Vorderdeckels, hohen, seitlich zusammengedrückten Körper. Es findet sich nur eine Rückenflosse, welche in ihrer vordern Hälfte stark stachelig ist. Die mäßig großen Schuppen sind unter allen Umständen Kammschuppen und reichen nur genau bis zur Grenze der Flossen. Die obere Fläche des Schädels ist winkelig; die Stirn horizontal, während die Nasengegend nach vorn, die Hinterhauptsgegend nach hinten abfällt. Die Schädelkämme sind hoch, dünn und schneidend und vereinigen sich meist mitten auf der Stirn. Die Bauchflossen stehen unter den mäßig entwickelten Brustflossen. Bei einer kleinen Gruppe der Familie, deren Fleisch nur schlecht ist (Maena, Smaris, Gerres, Caesio), findet sich jene Verlängerung des hintern Astes der Zwischenkieferknochen, wodurch ein stark vorstreckbares Maul gebildet wird, und ist diese Bildung mit der Gegenwart von kleinen Bürstenzähnen verbunden. Bei allen übrigen sind die Kiefer ziemlich fest, das Maul (Maul der Dorade, geöffnet, Fig. 9) nicht protractil, dagegen mit äußerst kräftigen Zähnen bewaffnet, welche bald meißelförmig und schneidend, bald spitzkegelförmig und gekrümmt, bald platt mit abgerundeter Mahlfläche sind. Alle Fische dieser Familie, die nur das Meer, und das Fleisch derer, welche letztern Gruppe gehören, ist im allgemeinen geschätzt. Hierher die mittelländische Dorade (Sparus sophrys aurata, Fig. 8), die nicht mit der gemeinlichen Dorade (Coryphaena) verwechselt darf, welche im Ocean den fliegenden Fischen stellt und einer besondern, den Makrelen nahe angehört.

In der Familie der Schuppenflosser (Squamipennia) erscheint die seitliche Abplattung bereits auf den höchsten Punkt getrieben, sodaß der eine platte Scheibe darstellt von rundlicher oder ediger Gestalt, deren oberer und unterer Rand den stark entwickelten senkrechten Flossen beginnt. Körpergestalt gleicht in vieler Beziehung der Schollen, doch mit dem Unterschiede, daß von Asymmetrie fehlt, beide Seiten des Körpers lebhaft gefärbt sind und jede ein Auge trägt, welches meist ein dunkel gefärbter, senkrecht geht. Der Kopf dieser Fische ist sehr klein, meist etwas vorgezogen, die Mundspalte klein und in der Regel mit langen, biegsamen Bürstenzähnen auf dem Rande der Kiefer. Nur wenige Gattungen besitzen schneidende formige Zähne in den Kiefern und auch und dann zugleich eine weitere Mundspalte ganze Körper, sowie gewöhnlich auch der meist glatten Vorder- und Kiemendeckel zeigen mäßig großen Kammschuppen bekleidet, welche diejenigen Theile der senkrechten Flossen, die samen Strahlen bestehen, so sehr formen, die Grenze zwischen Körper und Flosse gegeben werden kann. Die concentrischen Schuppen sind dicht gedrängt; die ganze hinter der Schuppe mit zahlreichen, in Linien gestellten zähnchen besetzt, statt deren zuweilen nur gesägte Erhöhungen vorhanden sind. Stets nur eine Rückenflosse, deren vordere Strahlen sehr kurz, stark und ihrer größten Länge Fleische verborgen sind, sodaß häufig nur Spitzen hervorsehen. Die bizarr gefärbten welche nur die südlichen Meere bewohnen, durch den außerordentlichen Reichthum ihrer den Farben aus, deren Glanz noch dadurch wird, daß sie mit meist queren Bändern sehr dunkler und schwarzer Farben durch Die abgebildete Art (Spritzenmeister, stratus, Taf. 22, Fig. 18) der indischen spritzt aus dem Röhrenmaule Wasser Insekten.

Die Familie der Lederfische (Teuthida) einer kleinen Gruppe pflanzenfressender Fische lichen Meere gebildet, welche einen abgeplatteten Körper besitzen, dessen Contour eine ellipse bildet. Der Schädel zeigt stets einen Hinterhauptskamm sowie zarte seitliche keine tiefen Gruben; die Stirnbeine sind dick und oft seltsam gezeichnet; das Keilbein scharfer, schneidender Kiel nach unten vor. sind von dem Körper wohl abgesetzt und wie der Kopf mit lederartiger Haut überzogen. sehr kleine, kammförmig gezähnte Schuppen Aussehen geben; die Mundspalte ist nur klein Bildung der Kiefer sowie der Deckelapparat eine bedeutende Annäherung an die Haftfische keine Spur jener starken Verwachsung jene Unterordnung charakterisirt. Die Rückenflosse, die sich über den ganzen Rücken

hrer größern Hälfte meist stachelig und ent-
iner fast ebenso ausgedehnten, halbstacheligen
ie; die Bauchflossen stehen unter den Brust-
Die Zähne bilden eine einfache, meist schnabel-
vortretende Reihe in beiden Kiefern, während
und Pflugschar zahnlos sind. Gewöhnlich
diese Fische zu beiden Seiten des Schwanzes
: mehrfache scharfe Stacheln oder auch einen
nig gekrümmten schneidenden Dorn, mit dem
Wunden versetzen können, wie die abgebildete,
gefürchtete Art (Seebader, Acanthurus chi-
Fig. 14).

Familie der Makrelen (Scomberida) ist nicht
zahlreich, als die Familie der Barsche, steht
eser an Nutzbarkeit für den Menschen weit
es sind nur Seefische, die bald eine regelmäßig
örmige, bald eine mehr abgeplattete hohe Körper-
zeigen und stets ein dünnes Schwanzende mit
er, gewöhnlich halbmondförmiger Schwanzflosse

Ihr Körper ist oft ganz nackt, mit schniger,
inzender Haut überzogen, in andern Fällen ist
theilweise, namentlich in der Schultergegend
ngs des Rückens, in seltenen Fällen gänzlich
nen, rundlichen Cycloidschuppen besetzt, denen
herlinien ganz fehlen, während die concentrischen
nur dem hintern Rande parallel laufen und
Kreis um die Schuppe herum bilden. Meist
sich an den Seiten des Schwanzes, am Ende
eitenlinie und an den Kanten desselben vor-
nde, mit gekielten Schuppen, die oft sägeförmig
, besetzte Leisten; Kiemen- und Vorderdeckel sind
ndig und ungezähnelt. Die Anordnung der
: ist sehr verschieden; zuweilen findet sich nur
ückenflosse, vorn mit Stacheln, hinten mit bieg-
Strahlen versehen; in andern Fällen sind beide
der Rückenflosse gänzlich getrennt; oft sind die
in des vordern Theils gänzlich frei, nicht durch
verbunden, zuweilen einige davon in langen
enfäden ausgezogen, was auch manchmal mit
egsamen Strahlen geschieht. Bei den typischen
len sind die hintern weichen Strahlen nur kurz
nicht durch Flossenhäute miteinander verbunden,
man hier eine sichelförmige Rücken- und After-
findet, hinter denen auf beiden Kanten des
nzes eine größere Anzahl kleiner Nebenflossen

Die Bauchflossen fehlen nur selten, stehen aber
der unter den Brustflossen oder etwas weiter
vorn; die Zähne sind meist hechelförmig, zu-
sehr groß und spitz und meist nur auf den
n entwickelt.

an kann in dieser Familie zwei Gruppen unter-
en: die eine mit seitlich zusammengedrücktem,
n Körper, steilem Stirnprofil, vorstreckbarem
e und kleiner Mundspalte, wozu die Silberplatte,
Skelet wir geben (Skelet der Silberplatte, Ar-
osus, Taf. 23, Fig. 4) und der im Mittelmeere
nte Sonnenfisch oder St.-Peters-fisch (Zeus faber)
en; die andere mit lang ausgezogenem, spindel-
igem oder selbst aalförmigem Körper, flachem
profil und weit gespaltenem Maule, das oft mit
en hakenförmigen Fangzähnen bewaffnet ist. Letztere
gefährliche Raubfische, die gewöhnlich in Scharen
Laichzeit wandern und ein äußerst schmackhaftes,
ndes Fleisch besitzen. Die gewöhnliche Makrele
mber scombrus, Fig. 2) sowie der Thun-
) (Thynnus vulgaris, Fig. 1) sind besonders
r ihnen bekannt; letzterer, der eine bedeutende
ge und oft ein Gewicht von 10 Centnern er-
t, wird im Frühjahre bei seinen Zügen an den
ten des Mittelmeers in eigenthümlichen Netzen ge-
fangen, die trichterförmig beginnen, nach hinten sich immer mehr verengen und in einen beutelförmigen Sack auslaufen, in dem man die Thunfische zusammentreibt und dann mit Spießen und Harpunen tödtet.

An die Familie der Makrelen schließen sich zunächst die Schwertfische (Xiphioida) an, die man bisher mit den vorigen vereinigte. Die Oberkinnlade dieser Thiere ist in einen langen Schnabel ausgezogen, welcher hauptsächlich von dem Zwischenkiefer gebildet wird und der bald rund, bald schwertförmig platt und meistens mit kurzen kleinen Zähnchen besetzt ist; der Unterkiefer ist bei weitem kürzer, spitz ausgezogen, der übrige Kopf rundlich und der Schädel oben ganz platt und durchaus ohne vorspringende Leisten oder Kämme, welche bei den Makrelen immer stark entwickelt sind. Ihre Wirbelsäule zeichnet sich noch durch eigenthümlich gestaltete Dornfortsätze aus, die in Gestalt breiter Platten fast die ganze Länge der dünnen, in der Mitte stark eingezogenen Wirbelkörper einnehmen. Auch die Bildung der Kiemen ist höchst eigenthümlich, indem die Blättchen derselben alle miteinander so verwachsen sind, daß sie eine einzige breite gewellte Hautlamelle bilden, an welcher man die Abtheilung der ursprünglichen Blättchen nur durch einzelne rißartige Streifen angedeutet sieht; eine Bildung, die bei keinem andern Knochenfische vorkommt. Der Körper der Schwertfische ist langgestreckt, mit einer stacheligen Rückenflosse versehen, die in dem Nacken anfängt und sich fast bis zum Schwanze fortsetzt, wo eine kleine weichstrahlige Flosse sich an sie anschließt; die Brustflossen sind ziemlich groß, säbelförmig, die Bauchflossen fehlen entweder ganz oder sind durch zwei lange Knochenstrahlen unter der Kehle ersetzt; die Schwanzflosse ist sehr tief ausgeschnitten; an ihrer Wurzel finden sich ein oder zwei knorpelig häutige, vorspringende Leisten. Es sind große, schwere Fische, außerordentlich gute Schwimmer, von denen einige Arten eine Länge von 20 Fuß erreichen und die besonders die größern Fische verfolgen und mit dem starken Schwerte durchbohren. Sie gehören hauptsächlich den südlichen Meeren an, und nur der gewöhnliche Schwertfisch kommt im Mittelmeere häufig und vereinzelt zuweilen in der Nordsee vor. Der abgebildete Fächerfisch (Histiophorus immaculatus, Fig. 3) aus den indischen Meeren wird über 20 Fuß lang; man hat öfters sein Schwert in Schiffskörpern gefunden, in die er es in toller Wuth eingebohrt hatte und abgebrochen zurückließ.

Die Familie der Harder (Mugilida) umfaßt nur wenige Fische mit spindelförmigem Körper, die in ihrer äußern Form einige Aehnlichkeit mit den Weißfischen haben. Der Kopf ist plattgedrückt, die Wangen meist in gleicher Weise wie der Körper und die Stirnfläche des Kopfes mit großen, runden Schuppen bedeckt, welche ihre hintern Zähnchen sehr leicht verlieren, sodaß sie glattrandig erscheinen. Das Maul ist quer, eckig, zahnlos oder mit sehr feinen Bürstenzähnen bewaffnet; die kleine stachelige Rückenflosse steht etwa in der Mitte des Leibes und ist durch einen weiten Zwischenraum von der ebenfalls kleinen, weichen Flosse getrennt; die Bauchflossen stehen etwas nach vorn, aber doch stets in einiger Entfernung hinter den Brustflossen. Es sind wohlschmeckende Fische, die nicht hoch nach Norden gehen und gern in die Flußmündungen aufsteigen. Die abgebildete Art (Harder, Mugil cephalus Fig. 6) ist unter dem Namen Cefalo am ganzen Mittelmeer bekannt und geschätzt.

Die Familie der Scheibenbäuche (Gobioida) wird aus einer großen Anzahl meist schlanker, langgestreckter Fische gebildet, bei denen die an der Kehle oder an der Brust stehenden Bauchflossen in eigenthümlicher

Weise zu einer Haftscheibe ausgebildet sind. Die Schuppen dieser Fische sind groß, ihre concentrischen Linien wenig vortretend und weit auseinandergerückt, die Fächerlinien zahlreich; die Zähnchen auf der hintern Schuppenhälfte klein, nur in einfacher Reihe aufgestellt und oft so auf die obere Fläche aufgesetzt, daß der hintere glatte Rand der Schuppe über die Zähnchen hinausragt. Bei einer Gruppe dieser Thiere (Opistognathus) sind zwar die Bauchflossen noch vollständig getrennt, ihre Strahlen aber so gestellt, daß sie von beiden Seiten her eine Art von Trichter bilden. Bei den andern (Echeneis) sind die Bauchflossen nur an dem Grunde miteinander verwachsen; bei noch andern endlich vollständig zu einer trichterförmigen Scheibe vereinigt, an welcher bald sämmtliche Strahlen unverzweigt und einfach, aber doch biegsam (Cyclopterus), oder auch bis auf den ersten Strahl alle verzweigt sind. Hierher gehören unsere Gruppen (Gobius fluviatilis). Die meist kleinen Fische lieben in der That den Strand, wo sie sich am Grunde mit ihren Bauchflossen gern unter Steinen anheften. Die Stacheln der Rückenflosse sind entweder weich und biegsam und wenig zahlreich, oder selbst gänzlich unter der Haut verborgen, die Brustflosse gewöhnlich stark entwickelt. Die Gruppe der Seehasen (Cyclopterus lumpus, der Lump, in der Nordsee) zeichnet sich außerdem noch dadurch aus, daß sie nur drei oder vierthalb Kiemen besitzen, und die Schiffshalter (Echeneis), welche ebenfalls zu dieser Familie gehören, zeigen auf dem Kopf einen merkwürdigen, aus gezähnelten knöchernen Querblättchen gebildeten Apparat, mit dem sie sich äußerst fest sogar an lebende Fische anheften und so sich von diesen umhertragen lassen.

Die Schleimfische (Blennioida) ähneln den vorigen ziemlich in ihrer Körperform, unterscheiden sich aber von ihnen durch die sehr unvollständig entwickelten kleinen Bauchflossen, welche unter der Kehle sitzen, oft gänzlich fehlen und gewöhnlich nur sehr wenige, biegsame, unverzweigte Strahlen besitzen. Der Körper dieser Thiere ist von einer weichen, sehr schleimigen Haut überzogen, die Schuppen fehlen entweder ganz oder sind nur äußerst klein und versteckt. Ihr Schädelbau ist höchst charakteristisch. Das Hinterhaupt ist abgeplattet und bildet ein gleichseitiges Dreieck, dessen nach vorn gerichtete Spitze sich in einen mittlern Kamm bis über die Augenhöhlen hin fortsetzt. Hinter den Augenhöhlen ist der Schädel von der Seite her so zusammengedrückt, daß nur wenig Raum für das Vorderhirn bleibt und die Ränder der Augenhöhle flügelartig nach hinten vorragen, während sie zugleich seitlich sich aufwölben, sodaß die Stirnfläche eingedrückt erscheint. Die untere Schädelfläche bildet einen schneidenden Kiel. Es findet sich nur eine Rückenflosse, die sich meist vom Nacken bis zum Schwanze erstreckt und deren Stachelstrahlen in den häufigsten Fällen äußerst weich und biegsam sind. Die Brustflossen sind gewöhnlich sehr groß, fächerartig und ziemlich frei beweglich, die Bauchhöhle kurz und vor dem After eine stark vorspringende, weiche Geschlechtswarze angebracht, die um so mehr eine wirkliche Begattung möglich zu machen scheint, als manche Arten dieser Fische lebendige Junge gebären; ihre Zähne sind meistens sehr groß, stark, kegelförmig, und oft finden sich hinter den Fangzähnen noch Mahlzähne, wie beim Seewolf der Nordsee (Anarrhichas lupus). Die eigentlichen Blennius-Arten sind oft sehr schön gezeichnet (Seeschmetterling, Blennius ocellatus, Taf. 22, Fig. 16). Eine Art aus der Ostsee zeichnet sich dadurch aus, daß sie lebende Junge zur Welt bringt (Aalmutter, Zoarces viviparus, Fig. 17).

Die Familie der Armflosser (Pediculata) umfaßt eine kleine Gruppe häßlicher, widerlicher Fische mit ganz nackter oder warzig rauher Haut, deren vorspringende Brustflossen sich durch eine besondere Beweglichkeit auszeichnen. Die Knochen der Mittelhand sind nämlich vollkommen stielförmig ausgezogen und bilden so einen langen armähnlichen Knochen, der eine ziemlich freie Beweglichkeit besitzt und an dessen Spitze die Flossen angebracht sind. Manche dieser Thiere können sich dieser verlängerten Brustflossen förmlich als fußähnlicher Stützen bedienen, auf denen sie den Vorderleib emporzuheben und zu watscheln im Stande sind. Hinter diesen Brustflossen befindet sich die kleine Kiemenspalte, welche in einen ungeheuer weiten Kiemensack führt, in dem sich nur drittbalb bis vierthalb Kiemen befinden. Die Bauchflossen stehen vor den Brustflossen unter der Kehle und sind ebenso wie die senkrechten Flossen nur sehr wenig entwickelt. In Hinsicht des Maules kann man zwei Typen unterscheiden: die einen (Lophius, Batrachus) mit ungeheuer großem, abgeplattetem Kopfe, der wenigstens ein Drittel, ja selbst über die Hälfte der Körperlänge einnimmt und mit weiter Rachenspalte, die mit großen Fangzähnen bewaffnet ist; die andern mit kleinem Kopfe und enger, schwach bezahnter Mundspalte. Zu dieser letztern gehört die Seefledermaus (Malthea vespertilio, Fig. 15) der indischen Meere.

Die letzte Familie dieser Unterordnung wird von den Labyrinthfischen (Labyrinthida) gebildet. Die äußere Körperform dieser Fische wechselt sehr, bald nähert sie sich derjenigen der Lippfische oder selbst der Schuppenflosser, während andere (Ophiocephalus) sich in langgestreckter Aalgestalt zeigen. Es findet sich stets nur eine Rückenflosse, deren vorderer Theil gewöhnlich stachelig ist, und schwach ausgebildete Bauchflossen, die senkrecht unter den Brustflossen stehen. Alle sind beschuppt, doch haben die Gattungen mit starken Stacheln in Rücken- und Afterflosse wohlausgebildete Kammschuppen, während die aalförmige Gattung bei weichen biegsamen, wenn auch ungetheilten Strahlen der senkrechten Flossen zugleich wohlausgebildete Cycloidschuppen besitzt. Der wesentliche Charakter dieser Fische liegt in den obern Schlundknochen, welche zu gewundenen Blättern ausgebildet sind, die in einer bedeutenden Höhle an der Schädelbasis und zur Seite derselben entfaltet sind und so ein Reservoir mit vielen Zellen bilden, in welchen diese Fische das zur Anfeuchtung ihrer Kiemen nöthige Wasser aufbewahren können. Alle Fische dieser Familie leben nur in den süßen Gewässern tropischer Gegenden und verlassen oft lange Zeit das Wasser, um auf dem festen Lande herumzukriechen, ja die hier abgebildete, aus Indien stammende (Kletterfisch, Anabas scandens, Taf. 23, Fig. 7) Art soll sogar mittels der Stacheln ihrer untern Flossen und namentlich ihres Kiemendeckels in den Ritzen von Baumstämmen in die Höhe klettern können. Die meisten liefern ein schmackhaftes, gesundes und sehr geschätztes Fleisch, und einige Arten zeichnen sich auch noch dadurch aus, daß ein Strahl ihrer Bauchflossen zu einem ungemein langen Faden ausgezogen ist.

Ordnung der Haftkiefer (Plectognathi).

Der Oberkieferapparat mit dem Schädel verwachsen; kammförmige Kiemen.

Die kurzen, entweder fast kugelförmigen oder seitlich

mmengedrückten Fische, welche dieser Unter- angehören, zeigen in dem Baue ihres eine ganz besondere Festigkeit, während e Skelet bei einigen lange Zeit nur unvoll- erknöchert und die Wirbel namentlich jene llige Structur zeigen, deren wir früher er- Der Zwischenkiefer ist bei diesen Fischen groß und bildet für sich allein den obern stets engen und kleinen Mundspalte; er ist mit den Schädelknochen und andererseits mit nter liegenden Oberkiefer, welcher an der Be- der Mundspalte keinen Antheil nimmt, fest verwachsen; ebenso sind die Gaumenknochen ht mit den übrigen Schädelknochen unbeweg- nden, namentlich an dem Schläfenbeine, wo eines hintern Gelenks eine Naht vorkommt, e ganze Kiefer-Gaumenapparat ein einziges wölbe bildet. Der Kopf bildet meist einen theil des Körpers. Die Kiemenspalten klein, der Kiemendeckel und die Kiemenhaut durch aufliegende Haut und Muskelmassen Rippen und Bauchflossen fehlen meist Die Wirbelsäule ist äußerst kurz, die Wirbel hleich (höchstens 20); das Rückenmark reicht geringe Strecke in den Wirbelkanal hinein sich dann in die Nervenwurzeln auf. Die deckung ist in eigenthümlicher Weise aus- Die Lederhaut ist sehr dick und bald nur rch kleine Schmelzstückchen, wie bei den Haien, längern, dreigliederigen Stacheln, Fußangeln besetzt, bald auch in ihrem ganzen Umfange eln belegt, welche durch ihr Zusammenstoßen rmlichen Panzer bilden, der demjenigen der schupper einigermaßen ähnelt, obgleich diese eine durchaus verschiedene Structur besitzen. rmkanal ist weit, kurz, ohne pylorische An- die meisten haben eine große, weite Schwimm- Die Flossen sind im ganzen nur schwach lt und nur von weichen Strahlen gestützt, aus- en bei einigen Gattungen, wo sich außer der hintern Rückenflosse noch ein Paar vordere vorfinden, welche in eigenthümlichen Gelenken htet und festgestellt werden können.

Familie der Hartthäuter (Sclerodermata) die kleine Mundspalte mit einer Reihe schief r Zähne bewaffnet, die in eigenen Zahnhöhlen fers stehen und in ihrer Form den menschlichen ezähnen einigermaßen ähnlich sehen. Es werden ähne durch Ersatzzähne gewechselt, die in der e verborgen liegen und von unten herauf all- an die Stelle des alten Zahns eintreten. rper ist mit hornigen Tafeln belleidet, die auf Oberfläche mit einer Lage von Zahnsubstanz en sind, sonst aber entweder nur körnige Zeich- oder auch eine ganz glatte Oberfläche dar- Bei einer Gattung (Vierhorn, Ostracion cornis, Taf. 24, Fig. 21), welche die Unter- der Kofferfische (Ostracida) bildet, werden Tafeln sehr groß, meist sechseckig, und rücken so nen, daß sie eine unbewegliche Panzerkapsel aus welcher nur der Schwanz und die beweg- Flossen hervorragen; die Zähne sind bei dieser amilie nur klein, meißelförmig und ohne Schmelz. er Unterfamilie der Hornfische (Balistida) diese Tafeln eine förmliche Schuppenbelleidung, nbar und beweglich, welche sich über Kopf und fortsetzt und zuweilen selbst zu ganz kleinen penkörnchen herabsinkt. Die meisten Fische dieser ie haben oben auf dem Rücken starke gezähnelte eln, welche in eigenthümlichen Gelenken ein- schnappen und so festgestellt werden können; sie finden sich, wie diejenigen der folgenden Familie, nur in südlichen Meeren und gehen nicht weiter nördlich, als bis in das Mittelmeer.

Die Familie der Nacktzähner (Gymnodonta) unterscheidet sich von der vorigen hauptsächlich durch die Hautbedeckung und die Bewaffnung der Kiefer; diese letztern treten nämlich scharf schnabelartig vor und sind außen wie innen mit einem Gusse fester Zahnsubstanz überkleidet, die aus senkrechten Zahnröhren besteht und zuweilen in der Mitte durch eine Furche getheilt ist. Diese einzige scharfe Zahnplatte, welche die Kiefer bekleidet, dient den Thieren zum Zermalmen von Krusten- und Schalthieren, welche ihre hauptsächlichste Nahrung ausmachen. Die Haut ist sehr dick, lederartig, mit größern oder kleinern Stacheln besetzt, welche sogar zuweilen von dem Fische willkürlich gesträubt werden können. Die meisten Gattungen dieser Familie besitzen eine sehr große Schwimmblase und außerdem noch einen weiten beutelförmigen Kehlsack, der in den Schlund mündet und sich weit nach hinten unmittelbar unter der Haut des Bauches erstreckt. Die so gebildeten Fische kommen bei ruhigem Wetter an die Oberfläche des Wassers, schlucken dort eine Menge Luft in den Kehlsack ein, blähen sich dadurch in unförmlicher Weise auf und treiben dann, den Bauch nach oben gekehrt, auf der Oberfläche des Wassers; ihr Fleisch ist sehr schlecht, und das einiger Arten wird, ebenso wie das Fleisch vieler Fische der vorigen Familie, für giftig gehalten. Man kann unter ihnen drei Unterfamilien unterscheiden: Die Igelfische (Diodontida), welche die erwähnte Fähigkeit des Aufblasens im hohen Grade besitzen und deren obere Wirbelbogen sich in der Mittellinie nicht vereinigen, sodaß der ganze Rückenmarkskanal von oben her geöffnet ist. Ihr Rückenmark ist nur knopfförmig; Rippen fehlen durchaus. Die Nase ist sehr eigenthümlich gestaltet. Meist steht sie warzig vor; oft ist die Warze gewölbt, mit zwei Nasenlöchern versehen, zuweilen finden sich sogar ganz solide Warzen ohne Höhlungen irgendeiner Art. Die Dreizähner (Triodontida) können sich nicht aufblasen, sowenig als die Mondfische (Orthagoriscus mola, Fig. 20) die einen kurzen, platten, schwanzlosen Körper mit faserknochigem, weichem Skelet und keine Schwimmblase haben.

Ordnung der Büschelkiemer (Lophobranchii).

Kiemen büschelförmig.

Die kleinen Fische, welche dieser Ordnung angehören, sind auf der ganzen Oberfläche ihres Körpers mit Knochenschildern gepanzert, welche meist eine vierseitige gerippte Gestalt haben und mit ihren Rändern aneinanderstoßen. Meistens unterscheidet man an diesen Knochenschildern eine äußere und eine innere Lage von Knochenlamellen, zwischen welchen in der Mitte Hornsubstanz entwickelt ist. Die Gesichtsknochen, besonders die Nasenbeine, die Gaumenbeine und das Pflugscharbein sind außerordentlich lang, vorgezogen und bilden eine Röhre, welche den Schädeltheil des Kopfes oft um das Sechsfache an Länge übertrifft und an deren vorderm Ende sich die kleine Mundspalte von den kleinen Kiefern umgeben zeigt; die verlängerte Schnauze wird demnach bei diesen Fischen nicht von den Kiefern, sondern von den Trageknochen derselben, die den Gesichtstheil zusammensetzen, gebildet. Der Kiemendeckel ist groß, blasig aufgetrieben, an seinem untern und hintern Rande aber durch die Haut gänzlich an den Schultergürtel befestigt, sodaß nur an

seinem obern Rande eine kleine Spalte übrigbleibt, welche in die weite Kiemenhöhle führt. Der Bau der Kiemen selbst ist höchst eigenthümlich und dient als wesentlicher Charakter der Ordnung. Auf den Kiemenbögen stehen nämlich einzelne, aneinandergedrängte Büschel von feinen Kiemenblättchen, welche eine Art Knopf zusammensetzen, sodaß jeder Kiemenbogen eine doppelte Reihe solcher aneinandergedrängter, geblätterter Knöpfe trägt. Die Flossen sind meist nur mangelhaft ausgebildet, die Brustflossen nur bei einer einzigen Gattung ziemlich groß, bei den übrigen klein, die Bauchflossen entweder sehr rudimentär oder auch gänzlich fehlend. Von den senkrechten Flossen ist nur die kleine Rückenflosse beständig vorhanden, während After- und Schwanzflosse häufig fehlen. Sehr eigenthümlich ist in dieser Ordnung, welche nur eine Familie, die der Tangschnellen (Syngnathida) bildet, die Art und Weise der Fortpflanzung. Bei den Männchen finden sich nämlich an der Wurzel des Schwanzes entweder ein förmlicher Beutel mit einer kleinen vordern Oeffnung (Seepferdchen, Hippocampus brevirostris, Taf. 24, Fig. 22), oder zwei Hautlappen, welche wie Flügelthüren übereinandergreifen (Syngnathus), oder endlich nur eine etwas vertiefte Stelle (Scyphius), in der sich zur Begattungszeit kleine rundliche Hautzellen entwickeln, die von Eiern erfüllt werden. Auf welche Weise das Weibchen die Eier an diese Stelle bringt, ist noch unbekannt; die Thatsache aber steht fest, daß es wirklich die Männchen sind, welche in diesen eigenthümlichen Brütetaschen die Eier und selbst die ausgeschlüpften Embryonen so lange mit sich herumtragen, bis dieselben gänzlich den Dottersack verloren haben. Die kleinen Fischchen finden sich nur in der See, und namentlich gern im Tang, an den sie sich mit ihren langen, oft flossenlosen Schwänzen anklammern.

Klasse der Rundmäuler (Cyclostomata).

(Tafel 24.)

Wirbelthiere mit einfacher Nase, ohne Kiefer, Rippen und paarige Gliedmaßen, ohne Wirbelkörper, mit persistirender Wirbelsaite, nackter Haut und totaler Dotterfurchung des Eies.

Die wurmförmige Gestalt, die durchaus schuppenlose, derbe, schlüpfrige Haut, die ungenügend ausgebildeten senkrechten, den Hinterkörper umgebenden, von feinen Hornstrahlen gestützten senkrechten Flossen, das gänzliche Fehlen paariger Flossen lassen diese Thiere auf den ersten Blick erkennen. Das Skelet besteht nur aus einer einfachen Wirbelsaite, ohne Spur von Wirbelkörpern, Rippen oder untern Bogen, deren Scheide sich nach oben in ein häutiges Rohr fortsetzt, welches das Rückenmark umhüllt. Der Schädel knorpelig häutig, auf beiden Seiten die Ohrblasen umhüllend und hinten die Chorda umfassend, die etwa bis auf die Hälfte der Länge seiner Basis eindringt. Kiefer oder ihnen entsprechende Bildungen fehlen durchaus; dagegen ist die Lippe des runden, trichterförmigen Saugmundes durch knorpelige Stücke unterstützt, die meist eine weit bedeutendere Entwickelung als der Schädel selbst zeigen. Vorn am Schädel in der Mittellinie befindet sich die einfache Nasenöffnung, welche sich nach hinten in einen röhrenförmigen Sack fortsetzt, der zwischen der Schädelbasis und dem häutigen Gaumengewölbe durchgeht und bei den einen geschlossen, bei den andern in die Rachenhöhle geöffnet ist. Das Maul ist ziemlich weit, trichterförmig nach hinten verengt, von einer kreisrunden Lippe [illegible] häufig mit Bärteln besetzt; zuweilen [illegible] innern Fläche dieser Lippe kleine spitze [illegible] zähne oder auch nur ein einziger [illegible] zahn auf, in andern Fällen ist sie gänzlich [illegible] Mundhöhle führt in der Tiefe in den [illegible] dem auf beiden Seiten die Kiemen [illegible] ebenso viele Löcher, als Kiemenblätter [illegible] sind, oder auch durch einen mittlern [illegible] vorn in den Schlund geöffneten Kanal [illegible] stehen. Nach außen öffnen sich die Kiemen [illegible] deren innerer Fläche sich die respirator[illegible] verbreiten, entweder einzeln, sodaß an [illegible] Halses sich eine Längsreihe von Knopflöchern [illegible] findet, oder sie münden jederseits zu [illegible] Kanal, der nach hinten zu mit demjenigen [illegible] überstehenden Seite sich verbindet und [illegible] seite in der Mittellinie mit einer einzigen [illegible] endigt, eine Annäherung zu jener Art [illegible] Athemapparates, welche wir bei dem [illegible] fanden. Das wohlausgebildete Herz liegt [illegible] oft eine bedeutende Länge einnehmenden [illegible] hat einen deutlichen, zweiflappigen Ar[illegible] ein Muskelbeleg fehlt, wogegen die [illegible] kommenden venösen Stämme allgemein [illegible] des Pulsirens zu besitzen scheinen. Der [illegible] und fast gerade ohne weitere vortretende [illegible] Männliche und weibliche Geschlechtsorgane [illegible] eine an die Wirbelsaite geheftete Kraus[illegible] Hodenbläschen und Eiersäcken die Pro[illegible] Bauchhöhle fallen, um so dann ohne [illegible] gang durch neben dem After befindlich[illegible] nungen nach außen entleert zu werden.

Die Familie der Lampreten, Pricken[illegible] augen (Petromyzida) zeigt ein trichterförmiges [illegible] das von einer kreisrunden, bezahnten Lippe [illegible] ist. Bärtel fehlen unter allen Umständen [illegible] öffnung führt in einen blinden Sack, [illegible] bei der folgenden Familie in den Gaumen [illegible] ist; die Augen sind gewöhnlich wohlausgebildet [illegible] aber wie es scheint unbeweglich; die Kiemen [illegible] beiden Seiten des Halses durch eine [illegible] sieben Spalten nach außen geöffnet, während [illegible] innen in einen unpaaren unter dem [illegible] legenen Kanal münden, der hinten blind [illegible] aber sich hinter der Zungenwurzel in [illegible] öffnet. Mit Ausnahme einer einzigen Art [illegible] auch in die Flüsse steigt, leben sämmtliche [illegible] Familie im süßen Wasser, besonders in [illegible] wo sie sich gern unter Steinen festsaugen. [illegible] Süßwasserarten hat man die merkwürdige [illegible] gemacht, daß die Eier sich vollständig [illegible] aus ihnen eine augenlose Larve entwickelt, [illegible] früher als eine eigene Gattung betrachtet [illegible] (Ammocoetes) nannte und dadurch von [illegible] augen unterschied, daß sie zwei Lippen, [illegible] obere, eine kleine untere und keine Hornzähne [illegible] hat. Diese Larven leben mehrere Jahre [illegible] kleiner Bäche wühlend, bis endlich die Fort[illegible] organe und die Augen sich ausbilden, die [illegible] Lippe rund wird und kleine Hornzähne [illegible] Fisch also als Neunauge (Taf. 24, Fig. [illegible] der nun im Wasser an Steinen sich ansaugt. [illegible] Fortpflanzung scheinen diese Neunaugen [illegible]

Die Familie der Inger (Myxinida) [illegible] auf der niedersten Stufe der Organisation [illegible] Ordnung, und dem Lanzettfischchen am [illegible] Lippe des Maules ist nicht gleichförmig, [illegible] groben, durch Lippenknorpel gestützten [illegible] das Nasenrohr öffnet sich nach hinten [illegible]

ein einziger Gaumenzahn oder einige wenige
zähne sind vorhanden. Die äußern Augen
ränzlich; dagegen finden sich innere Rudimente,
weder nur von der äußern Haut oder selbst
uskeln und Haut bedeckt sind und deren Or-
ion noch nicht genauer bekannt ist. Die Athem-
gen ziemlich weit nach hinten und öffnen sich bei
en Gattung (Schleimfisch, Myxine glutinosa,
4, Fig. 24) mittels zwei Seitenkanälen in ein
chaftliches Mittelloch, bei der andern (Bdello-
in Reihen von Löchern zu beiden Seiten. Die
n Arten, welche bekannt sind, leben wie es
parasitisch in andern Fischen, in welche sie sich
ren.

Klasse der Rohrherzen (Leptocardia).

(Tafel 24.)

ederste Wirbelthiere ohne Hirn, ohne
, mit farblosem Blute und von einem
des Körpers zum andern durchgehender
elsaite.

sandigen Küstenstellen der Nordsee, Italiens
elbst Südamerikas hat man ein kleines Fischchen,
angettfischchen (Amphioxus lanceolatus, Taf.
ig. 25), von höchstens 2 Zoll Länge entdeckt, welches
dem ersten Beobachter für eine Schnecke gehalten,
t aber als das niedrigst stehende Wirbelthier er-
wurde. Das Fischchen ist äußerst durchsichtig,
anggestreckter, schmaler Gestalt, nach beiden Enden
fast gleichmäßig zugespitzt; unter dem vordern
des Körpers befindet sich der eisörmige Mund,
on einem eigenthümlichen Reise knorpeliger Spitzen
ben ist, welche sich zusammenbiegen und so die
nung verschließen können. Die Mundhöhle, die
ihrer Innenfläche lebhafte Flimmerbewegung zeigt,
he eine Art von Räderorgan bildet und Infusorien
beständigem Wirbel in den Mund einführt, öffnet
unmittelbar in den weiten Kiemenschlauch, der
abe die Hälfte des ganzen Thiers einnimmt, und
einer Menge schief von oben nach unten laufender
alleler Knorpelstäbe gebildet ist, die durch seine
rsparren miteinander verbunden sind. An dem
ern Ende führt dieser Kiemenschlauch durch eine
stehende ringförmige Falte unmittelbar in den An-
g des Darmkanals über. Zwischen den Knorpel-
en befinden sich ebenso viele Spalten, durch welche
s Wasser in die allgemeine Körperhöhle überfließt
d dann durch eine mittlere unpaare Oeffnung
orus abdominalis) entleert wird, die sich an der
nterfläche des Bauchs etwa in der Länge des
iers befindet. Die Bewegung des Wassers wird
rch eine flimmernde Schleimhaut bedingt, welche
r die Knorpelstäbe, nicht aber die Zwischenspalten
derzieht, und die sich unmittelbar über die ganze
änge des Darmkanals fortsetzt und in diesem die
orbewegung der Verdauungsstoffe vermittelt. Dieser
ptere beginnt, wie schon bemerkt, unmittelbar hinter
em Kiemenschlauche mit einer engern Stelle, erweitert
ich dann plötzlich und sendet einen weiten Blinddarm
nach vorn aus, der an der rechten Seite des Kiemen-
schlauchs zwischen diesem und der Leibeswandung
liegt, in seiner Wandung mit grünen Drüsenkörnern
besetzt ist und offenbar der Leber entspricht. Kurz
nach Abgabe dieses Leberblinddarms verengert sich
der Darm bedeutend und läuft als kaum gebogene
Röhre bis zum After, der sich am letzten Viertheile
des Thiers etwas auf der linken Seite befindet.
Das ganze hintere Ende des Thiers ist von einer
zarten, embryonalen Flosse umgeben, welche an dem
Schwanze selbst lanzettartig verbreitert ist und als
schmaler Hautsaum sich einestheils bis zum After,
andertheils über die größte Länge des Rückens er-
streckt. Das innere Skelet besteht nur aus einer
Chorda, welche sich durch die ganze Länge des Thiers
von der Schnauzenspitze bis zum Schwanzende erstreckt
und an beiden Orten abgerundet endigt. Unmittelbar
auf dieser Chorda liegt das Rückenmark, welches
merkwürdigerweise die daraus entspringenden Nerven-
paare seitlich alternirend entsendet und etwas hinter dem
vordern Ende der Chorda abgerundet aufhört. Auf
diesem Ende sitzt ein Pigmenthaufen auf, der ein
Auge vorstellt, aber keins ist. Rechterseits, also
unsymmetrisch, findet sich eine becherförmige, mit
langen Flimmerhaaren ausgefüllte Grube, vielleicht die erste Anlage der Nasengrube. Keine Spur von Gehörorganen. Die Geschlechtstheile bestehen aus traubigen Zellenhaufen, die vor dem porus abdominalis an der innern Seite der Leibeswand liegen; Eier und Samen gelangen durch Platzen in die Bauchhöhle und werden durch den Porus nach außen geschafft. Das durchsichtige, farblose Blut wird durch wellenförmige Zusammenziehungen der größern Gefäßstämme im Körper umgetrieben, und zwar findet sich unter dem Kiemenkorbe in der Mittellinie ein Längsgefäß, welches das Blut nach vorn und in die Kiemenbogen treibt, aus denen es sich in einer Aorta sammelt, die längs der Chorda nach hinten läuft, Zweige an den Körper und die Eingeweide gibt, die sich in einer Längsvene vereinigen, welche am Darm nach vorn läuft und unmittelbar in das Kiemengefäß sich fortsetzt.

Beobachtungen über die Entwickelungsgeschichte dieses Thierchens haben nachgewiesen, daß sich der Dotter in seiner ganzen Masse furcht und der Körper des Embryo sich in einer den Wirbelthieren entsprechenden Weise aufbaut. Zugleich aber haben diese Untersuchungen auch gezeigt, daß in dieser Entwickelung viele Aehnlichkeit mit derjenigen der einfachen Seescheiden (Ascidien) obwalte und demnach hier ein Zusammenhang zwischen Wirbelthieren einerseits und diesen Wirbellosen andererseits obwalte. Wir können auf diese Verhältnisse, die jetzt durch Kowalewski, Kupffer u. a. genauer dargelegt sind, nicht näher eingehen; es genügt, darauf aufmerksam gemacht zu haben.

Kreis der Gliederthiere.

(Arthropoda.)

Symmetrisch gebaute Thiere mit äußerm, durch Ablagerung von Chitin verhärtetem Hautskelet, das in hohle Ringe getheilt ist, welche meist noch zu besondern Körperabtheilungen sich ausbilden und dann häufig verschmelzen. Ursprünglich drei Paar bauchständiger Extremitäten, die fast immer im Laufe der Entwickelung vermehrt werden und mannichfachen Umbildungen unterworfen sind. Die bewegenden Kräfte (Muskeln) sind im Innern der hohlen, aus der verhärteten Haut gebildeten Hebel angebracht. Niemals Flimmerepithelien. Darm meist an beiden Enden offen. Niemals geschlossenes Blutgefäßsystem. Athemorgane sehr verschieden gestaltet. Centralnervensystem aus einem über dem Schlunde gelegenen Theile

(Hirn) und einem auf der Bauchseite gelegenen Theile (Bauchganglienkette) zusammengesetzt. Dotter rückenständig.

Für sich allein umfaßt dieser Kreis eine bei weitem größere Anzahl von Thieren als das ganze übrige Reich zusammengenommen, sowol wenn man die Zahl der Individuen, als auch die Mannichfaltigkeit der in Gattungen und Arten repräsentirten Formen in das Auge faßt. Deshalb sind es die Thiere dieses Kreises auch hauptsächlich, welche trotz der verhältnißmäßigen Kleinheit ihres Körpers — denn nur wenige Gliederthiere können sich hierin mit den Wirbelthieren messen — den einzelnen Strichen und Zonen der Erde eine bestimmte Physiognomie aufdrücken, indem sie ebenso wol die Luft als das Wasser mit ihren unzähligen Schwärmen erfüllen, als auch durch ihr massenhaftes Auftreten und den Schaden, den viele von ihnen stiften, selbst weniger aufmerksamen Beobachtern in die Augen fallen.

So mannichfaltig auch die äußern Formen der Krebse, Spinnen, Tausendfüßler und Insekten sein mögen, welche diesen Kreis bilden, so läßt sich doch auf der andern Seite nicht leugnen, daß die Organisation der genannten einzelnen Glieder des Kreises viele und höchst wesentliche Berührungspunkte miteinander gemein hat, welche wahrscheinlich dem Umstande zu verdanken sind, daß allen eine gemeinsame Ausgangsform zu Grunde liegt, die sich in den niedern Krebsthieren als Larvenform erhalten hat und unter dem Namen Nauplius bekannt ist. Die charakteristischen Kennzeichen dieser Larvenform sind ein rundlicher Körper mit bauchständigem Mund, geradem Darm und endständigem After, ein einfaches Stirnauge und drei Extremitätenpaare, die theils vor, theils neben dem Munde stehen. Diese Grundform ist zwar fast bei allen größern Abtheilungen der Krebsthiere nachgewiesen, bei den lufthatmenden Gliederthieren aber noch nicht thatsächlich erkannt. Es läßt sich indessen aus einzelnen Thatsachen schließen, daß sie bei diesen nur angedeutet und schnell von den weitern Entwickelungsstadien überholt wird.

Die Symmetrie im Körperbau ist meistens vollständig, und ein senkrecht durch die Mittellinie geführter Schnitt trennt das Thier in zwei durchaus gleiche Hälften. Ausnahmen von dieser symmetrischen Anordnung kommen nur selten vor, im äußern Bau durch ungleiche Entwickelung seitlicher Anhänge, z. B. der Scheren, oder auch im ganzen Körper bei einigen Schmarotzerkrebsen. Hinsichtlich der innern Organe ist es meist nur der Darm mit seinen Anhängen, der durch Verlängerung gezwungen wird, Windungen zu machen und dadurch unsymmetrisch zu werden.

Zu dieser Symmetrie gesellt sich, wie bei den Wirbelthieren, eine quere Theilung des Körpers in Ringe, Zoniten oder Metameren, die nur bei einigen, meist schmarotzenden Typen gänzlich aufgehoben oder niemals entwickelt ist. Selten findet auch, wie bei den Tausendfüßern, eine vielfache Wiederholung gleichgebauter Ringe statt; gewöhnlich wird die Ringelung eine ungleichartige, sodaß verschiedene Regionen des Körpers, Kopf, Brust und Bauch sich unterscheiden lassen. Jede dieser Körperabtheilungen besteht aus einer gewissen Anzahl von Ringeln, die bald mehr, bald minder miteinander verschmolzen sind. Bei den höhern Formen ist die Trennung dieser drei Körperabtheilungen vollständig durchgeführt, und jede derselben hat eine eigenthümliche Beziehung zu der Gesammtorganisation, indem der Kopf die Sinnesorgane, das Gehirn und die Mundtheile, der Rumpf oder Thorax die Bewegungsorgane, der Hinterleib die Hauptorgane des vegetativen Lebens und Fortpflanzungswerkzeuge trägt. Bei den niedern ist bald die eine, bald die andere dieser Abtheilungen verkümmert oder mit den andern zur Masse verschmolzen. So findet man bei manchen lichen Spinnen und Krebsen Kopf und Brust einzigen Theile, der Kopfbrust (Cephalothorax) schmolzen, während bei manchen Krebsen der Kopf getrennt, Brust und Hinterleib miteinander vereinigt, und bei den Milben alle Abtheilungen in eine einzige rundliche Masse zusammengeflossen sind.

Diese Verschmelzungen betreffen indessen nicht dieselben Ringe, sodaß ihre Trennungsfugen mit sammenfallen. Die Kopfbrust (Cephalothorax) meisten Krebse entspricht z. B. durchaus Kopfbrust der Spinnen oder dem Kopfe der Insekten, sondern schließt noch einen Bauchs derselben ein, sodaß der abgetheilte der im gewöhnlichen Leben der Schwanz wird, eigentlich ein Hinterleib (Postabdomen) auch mit diesem Namen bezeichnet wird.

Die Haut besteht überall ursprünglich einer festen, unlöslichen, der Holzfaser ähnlichen stanz, die von einer zelligen Hautlage Matrix weise abgelagert wird, von Porenkanälen und mannichfache, sehr verschieden gestaltete wie Schuppen, Haare, Borsten, Stachelchen. In dieser Substanz lagern sich häufig ebenso mineralische Stoffe, besonders Kalk. Viele Farben der Gliederthiere werden durch specifischen Bau der Haut selbst (Kieselung, Plättchen, die Interferenzfarben zeugen) hervorgebracht. Dünne Ausbreitungen Chitinhaut sind biegsam und finden sich zwischen den Ringen und an den Gelenken der. Mit dieser Structur der Haut, die die Auskleidung der innern, mit der Außenwelt municirenden Höhlungen, z. B. des Darmes setzt, scheint es auch zusammenzuhängen Flimmerbewegung, welche auf der Existenz auskleidungen mit wimpernden Cilien überall im ganzen Bereiche des Gliederthiers allen Zeiten fehlt, während sie bei allen sen des Thierreichs bald während des ganzen bald auch zu bestimmten Zeiten auftritt, Fehlen der Flimmerepithelien charakterisirt Kreis der Gliederthiere ist.

Ein wesentlicher Unterschied der Gliederthiere den Wirbelthieren besteht in der Bildung wegungsorgane und in der Art und die bewegenden Muskeln sich zu den zum starren Gerüste des Körpers und der halten. Bei allen Gliederthieren ist die verhältnißmäßig weit härter und fester als Theile des Körpers, und bildet so für sowol wie für die Bewegungsorgane eine Ringe, welche bei größerer Ausdehnung Röhren darstellen, in denen die Organe sind. Die bewegenden Muskeln setzen Innenseite dieser Röhren an, sind also Hebel eingeschlossen, deren Bewegung sollen. Die Gieder selbst bestehen aus starren Stücken, welche durch Gelenke bunden sind und nur durch diese Gelenke zukommende Biegsamkeit besitzen. Durch thümliche Anordnung der Bewegungsorgane z. B. an dem ersten besten Beine eines einer Fliege bestätigen kann (noch genauer vielleicht die Schere eines Krebses),

hiere wesentlich von den Wirbelthieren, zwar eingelenkte, starre Hebel für die Bevorkommen, die Muskeln aber auf der he dieses zu bewegenden Hebels angebracht nd sie bei den Gliederthieren auf der innern Hebel liegen. Nicht minder unterscheiden ederthiere von den später zu behandelnden entweder gar kein starres Hautskelet und ungshebel besitzen, oder, wenn dergleichen e in Form von Borsten, Stacheln u. s. w. sind, niemals eingelenkte Glieder und durch bundene Hebel zeigen. Die Gelenke, welche denen Theile der Glieder miteinander und deckung des Körpers einigen, sind häufig lich complicirt und weit mannichfaltiger in en, als bei den Wirbelthieren, schon wegen des Hohlcylinders, den die einzelnen Stücke besitzen. Indessen lassen sich diese vielnkformen doch meist auf zwei Typen, den Nußgelenks und denjenigen des Charniers Auch die Art der Bewegungsorgane ist nichfaltig, doch lassen sich dieselben darauf n, daß sie stets paarige Anhänge darstellen, meisten Fällen an der Bauchfläche und nur ern Klassen (Flügel der Insekten) an der angebracht sind. In der Zahl und Anwie in der Function dieser Anhänge findet ße Mannichfaltigkeit statt, daß ihr gegenhältniß zwischen den größern Gruppen noch icht vollständig erkannt ist. Es läßt sich n so schwerer bestimmen, als selbst während telung die Form, Lage, Zahl und Function ert und dasselbe Gliedmaßenpaar auch bei en Geschlechtern sehr verschieden entwickelt Bei höchst entwickelter Gliederung lassen be Gruppen unterscheiden:

rste Gruppe besteht aus einem oder zwei Paar (antennae), einem vordern und einem hinteist so nebeneinanderstehen, daß die vordern Fühler, die hintern als äußere bezeichnet Bei einigen Klassen ist nur ein Paar Fühelt, bei andern fehlen sie scheinbar und sind oder Beiforgane umgewandelt. Sie stehen meist über dem Munde auf der Stirnfläche gewöhnlich aus einem mehrgliederigen Stiele ste und einer Geisel gebildet, die höchst be Formen annehmen.

Gruppe der ausgebildeten Kauwerkzeuge prünglich aus drei seitlichen Kieferpaaren. denn gewöhnlich eine Oberlippe (Labrum), Oberkiefer, Kiefer (mandibulae), ein eit zusammengesetzteres Paar, die Unterinnladen oder Laden (maxillae) und eine ehr zusammengesetzte Unterlippe (Labium) nge der Mundhöhle vor. Während die meist nur aus einem einzigen mächtigen, ornstücke bestehen, zeigen Kinnladen und nhälften eine analoge Zusammensetzung, indieser Theile aus einem Schaft oder Körn innern, meist zum Kauen oder Decken beTheile, der Lade, und einem äußern gegliehange besteht, dem Taster oder der Geisel welcher wesentlich zum Betasten der Nahrungsnt und durch seine vielfachen Formänderune Charaktere zur Unterscheidung bietet.

diese Gruppe der eigentlichen Kauwerkzeuge ch besonders bei denjenigen Gliederthieren, ißtheil ganz oder theilweise mit dem Kopfe a ist, eine Gruppe von Anhängen an, die dem Namen der Kaufüße oder Kieferfüße belegt, und die sich bis zur Zahl von drei Paaren vermehren können. Es zeigen diese Theile in ihrer Bildung die merkwürdigsten Uebergänge von wahren Bewegungs- oder Greiforganen, kurz von wirklichen Füßen zu förmlichen Kauwerkzeugen, und liefern dadurch den Beweis, daß die eigentlichen Kauwerkzeuge ihrer Anlage nach dem Typus der Füße angehören und eigentlich nur die Füße der Kopfringel sind, welche zu besondern Zwecken sich umgestaltet haben.

4) Hierauf folgt erst die Gruppe der eigentlichen Beine oder Füße (pedes), der wesentlichsten Bewegungsorgane auf der Erde, wie im Wasser, deren Zahl wenigstens drei Paare beträgt, aber außerordentlich vermehrt werden kann. Die wohlausgebildeten Füße bestehen immer aus einem meist kugeligen oder cylindrischen Hüftgelenke (coxa), an das gewöhnlich ein unbewegliches Stück, der Schenkel- oder Hüftknorren (trochanter), angewachsen ist, aus einem Schenkel (femur), einer Schiene (tibia) und einem Endtheile, dem Fuße (tarsus), der meist aus mehrern Gliedern besteht. Die Modificationen der Form, wodurch die Beine oft ihrer ursprünglichen Bestimmung entfremdet und zu Tastorganen, Greifwerkzeugen u. s. w. umgestaltet werden, sind ebenso mannichfaltig als diejenigen, welche sie innerhalb ihres ursprünglichen Bestimmungskreises erleiden, wo sie je nach der Art der Bewegung zu Schreit-, Lauf-, Spring-, Grab-, Schwimmbeinen u. s. w. sich gestalten.

5) Eine letzte Gruppe gegliederter Anhänge, welche hinter den Beinen an den Ringeln des Hinterleibes befestigt sind, findet sich nur bei den Krustenthieren und ist dort unter dem Namen der falschen Füße, Bauchfüße oder Afterfüße (pedes spurii), bekannt. Meist sind es blattförmige Organe, bald zum Schwimmen oder Strudeln bestimmt, in andern Fällen zu Athemorganen (Kiemenblättern) umgewandelt, oder zum Tragen der Eier, zu Deckplatten u. s. w. entwickelt; selten nur bilden sie sich zu wirksamen Bewegungsorganen heran. Den Insekten und Arachniden fehlen diese Anhänge des Hinterleibes durchaus, und bei den Tausendfüßlern dürfte es noch zweifelhaft sein, ob die vielfältige Wiederholung der gleichförmigen Ringe, welche bei ihnen Beine tragen, eher der Brust oder dem Hinterleibe angehört.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß nur die drei ersten Gliedmaßenpaare, also die Fühler und die Oberkiefer, aus den drei ursprünglichen Gliedmaßen des Nauplius hervorgehen, alle andern aber nachträglich erworben sind. Diese drei ersten Paare können aber ebenfalls in Function und Form sehr abändern, sodaß z. B. das erste Fühlerpaar sich zu giftigen Mundorganen umwandelt (Kieferfühler der Arachniden), das zweite Oberlippe wird (bei den Insekten) oder Greiforgan (Brachiopoden) u. s. w.

Von den rückenständigen Gliedmaßen (Flügel der ausgebildeten Insekten, Rückenkiemen mancher Larven) wird bei diesen die Rede sein.

In dem Nervensystem finden wir eine von dem Bau der Wirbelthiere sehr verschiedene charakteristische Anordnung, die auf dem Typus fußt, welchen wir bei den höhern Ringelwürmern ausgebildet finden werden. Ein knotiger Strang, dessen meist doppelte Verbindungsfäden oft seitlich auseinanderweichen, zieht sich in der Mittellinie des Körpers an der Bauchfläche fort und entsendet aus seinen einzelnen Knoten die Nerven der verschiedenen Organe. Je länger gestreckt der Körper erscheint, je gleichartiger die verschiedenen Ringel sind, in desto gleichmäßigern Abständen folgen sich die Knoten dieses Bauchnervenmarks, während

beim Zusammenschmelzen der Ringel sowie der Körperabtheilungen auch die einzelnen Knoten miteinander in größere Massen verschmelzen. Das ganze Bauchmark nimmt seinen Ursprung von einem oder mehrern beträchtlichen Hirnknoten, welche in dem Kopfe über dem Schlunde liegen und zwei Verbindungsfäden nach unten schicken, die sich in den ersten Bauchknoten vereinigen. Es ist also ein förmlicher Schlundring vorhanden, der sich aber nach hinten in ein streng symmetrisches, in der Mittellinie des Körpers gelegenes Bauchmark fortsetzt. Wichtig erscheint die Lagerung dieses Bauchmarks unter allen Eingeweiden unmittelbar an der Innenfläche der äußern Bauchbedeckungen, die der Lage des Centralnervensystems bei den Wirbelthieren gerade entgegengesetzt ist.

Die Sinnesorgane sind meist sehr hoch entwickelt und nur bei festsitzenden oder schmarotzenden Arten verkümmert. Dem Tastsinne dienen meist besondere Anhänge, Fühler (Antennae), die mit glashellen Stäbchen, sogenannten Tastständchen, ausgerüstet sind. Solche Tastständchen, die übrigens nur unter dem Mikroskope sichtbar sind, finden sich zuweilen noch an andern Körperstellen. Hörorgane sind nicht überall nachgewiesen und haben einen ganz besondern, von dem der Wirbelthiere abweichenden Bau, kommen auch an andern Stellen als am Kopfe vor und sind stets nach außen geöffnet. Geruchs- und Geschmacksorgane sind nirgends mit Sicherheit nachgewiesen. Augen kommen fast überall vor. Sie bestehen ursprünglich aus einem Krystallstäbchen, das als empfindendes und lichtbrechendes Organ zugleich fungirt und eine directe Endigung eines Sehnervenfadens darstellt. Man unterscheidet: einfache Augen (Stemmata) bald mit, bald ohne Hornhaut, und zusammengesetzte Augen, welche aus vielen einzelnen Krystallstäbchen zusammengesetzt und meist mit einer vier- oder sechseckig facettirten Hornhaut überzogen sind, die zuweilen aber auch einfach, ohne Facetten, sich über das Auge wölbt. Die Zahl der einfachen Augen kann sehr wechseln, die der zusammengesetzten ist stets zwei.

Der Kreislauf ist stets unvollständig, wenn er überhaupt vorhanden ist. Das Herz liegt, wenn vorhanden, unter allen Umständen an der Rückenseite des Körpers unmittelbar unter der Haut, also entgegengesetzt der Lage, die bei den Wirbelthieren maßgebend ist, und zeigt in den meisten Fällen Spaltöffnungen, durch welche das Blut eintritt, um dann durch ein arterielles, mehr oder minder entwickeltes Gefäßsystem wieder ausgetrieben zu werden. Häufig existiren gar keine Gefäße, und das farblose Blut circulirt in den Zwischenräumen der Organe und Gewebe. Die Form des Herzens ist ursprünglich die eines rundlichen Schlauchs, paßt sich aber mehr oder minder der Körperform an, indem es meist sich in die Länge ausdehnt und mehrfache Kammern mit Zwischenklappen und Spaltenpaaren zeigt.

Die Athmung geschieht bei den niedern Formen durch die Körperoberfläche, sonst aber bei den im Wasser lebenden Gliederthieren durch Kiemen, bei den Luftathmern durch Luftröhren oder Tracheen, die bald nur einfache oder zusammengedrückte, in Bündeln vereinigte Röhren darstellen, bald sich durch den ganzen Körper verzweigen und die Organe umspinnen. Meist öffnen sich dieselben durch Luftlöcher (Stigmata) nach außen, bei vielen im Wasser lebenden Larven enden oder beginnen sie auf kiemenartigen Anhängen, sogenannten Tracheenkiemen. Charakteristisch sind besondere Strudelorgane, die durch Muskelzusammenziehung in Thätigkeit gesetzt werden, bei den meisten Kiemenathmern.

Der Darmkanal fehlt nur in [illegible] Schmarotzern) durch Rückbildung und [illegible] handen, zwei Oeffnungen, einen [illegible] Kopfe gelegenen Mund und einen [illegible] Doch ist die Mundöffnung zuweilen [illegible] geschlossen, die keine Nahrung [illegible] (Männchen einiger Fliegen). [illegible] tere Theil des Darms mit dem [illegible] tionen annehmen und z. B. Spinn[illegible] löwen) oder Athemorgan (Libell[illegible] Die Mundorgane sind, wie aus der [illegible] Extremitäten hervorgeht, umgewandelt [illegible] also immer paarig, und wirken beim [illegible] ander, nicht, wie bei den Wirbelthieren [illegible] nach oben. Die ursprünglich kauenden [illegible] werden bei vielen in stechende, saugende [illegible] gane umgewandelt. Der Darm [illegible] mannichfaltigsten Abtheilungen, weit [illegible] als bei den Wirbelthieren. In seine [illegible] lung münden die Lebergänge, in die [illegible] lich die Geschlechtsorgane mit den Nie[illegible] figen Organe sind entweder aus einfachen [illegible] aus mit Zellen ausgelegten Röhren [illegible]

Die Geschlechter sind in der Regel [illegible] scheinen die meisten Rankenfüßer (Cirrhi[illegible] phroditisch, und jedenfalls sind es die [illegible] (Tardigrada). Nicht selten kommt [illegible] vor, und zwar in verschiedener Art, [illegible] von gewissen Formen nur unbefruchtet [illegible] während gewisser Zeiten producirt werden [illegible] Blattläusen und vielen niedern Crustaceen [illegible] bei demselben Individuum gewisse Eier [illegible] aber befruchtet werden, wo dann die Je[illegible] stimmend auf das Geschlecht des Jun[illegible] Auch kommt Pädogenese vor, indem [illegible] Cecidomyia) Keime und Junge erzeugen [illegible] Fällen, bei geselligen Thieren, verkümmern [illegible] lich vorhandenen Geschlechtstheile, sodass [illegible] dnen unfähig zur Reproduction werden [illegible] Neutra (Arbeiterinnen der Bienen und [illegible] Geschlechtsunterschiede sind häufig außerdem [illegible] Bei den Weibchen verkümmern oft die [illegible] und Sinnesorgane auf Kosten der sich [illegible] wickelnden Fortpflanzungsorgane. Die [illegible] besonders bei den Schmarotzern, oft der [illegible] von ähnlich und in ihrem Wachsthume [illegible] Die Geschlechtstheile selbst sind in [illegible] Weise entwickelt, fast immer paarig [illegible] die Befruchtung geschieht oft in indirecter [illegible] durch Samenmaschinen (Spermatophoren [illegible] besonders umgewandelte Organe, z. B. [illegible] Spinnenmännchen. Die Befruchtung ist [illegible] und die Begattungswerkzeuge oft in [illegible] Weise gebildet.

Die Zerklüftung des Dotters ist [illegible] meist spaltet sich der Dotter in einer [illegible] Bildungsdotter und großzelligen Nahrungsdotter [illegible] in der Entwickelung seiner Zellen [illegible] zurückbleibt.

Bei allen Gliederthieren zeigt sich [illegible] ginne der Entwickelung im Ei [illegible] Gegensatz zwischen der Keimanlage, [illegible] Embryo hervorgeht, und dem Dotter [illegible] die gegenseitige Anlagerung dieser beiden [illegible] so beschaffen, daß der sich ausbildende [illegible] dem Rücken dem Dotter zugewandt [illegible] Bildung der Organe von der Bauchseite [illegible] den Rücken hin fortschreitet. Der Kopf [illegible] selbst schließt sich zuletzt in der Mitte [illegible] ab, während bei den Wirbelthieren [illegible]

rung stattfindet und der Embryo mit äche dem Dotter zugewandt ist.
eisten Gliederthieren finden sich mehr oder ckelte Larvenzustände, die sogar häufig Theil des Lebens des Individuums aus se oft außerordentlich von der definitiven henden Larvenzustände gehen in diese abgeschnittene Perioden über, bei deren bisher den Körper umhüllende Chitinhaut wird nebst denjenigen Theilen, deren Exi visorisch war, während die neuen Theile en schon vorgebildet waren. Aehnliche ommen auch bei fortschreitendem Wachs gebildeten Thiere vor. Unter den Larven lbst unterscheidet man namentlich als nd diejenigen, wo die Larve, die einen ng genügenden Vorrath von Bildungsstoff at, keine Nahrung mehr sucht und auf ich meistens vollkommen ruhig verhält.
en folgende Klassen an:
Insecta), Luftathmer mit einem Fühler- Beinpaaren, rückenständigen Bewegungs- Flügeln) und gliederlosem Hinterleibe.
ße (Myriapoda), Luftathmer mit vielen n, einem Fühlerpaar.
piere (Arachnida), Luftathmer mit um- en Fühlern und anhangslosem Hinter-

ere (Crustacea), Kiemenathmer mit zwei ren und Gliedmaßen am Hinterleibe.

Klasse der Insekten (Insecta).
(Tafel 25 bis 27.)

inige, luftathmende Gliederthiere deutlich in Kopf, Thorax und b geschiedenem Körper, stets mit ern und beim vollkommenen Thiere angslosem Hinterleibe. Höchstens enständige, auf dem Thorax ein flügelpaare.
i des Körpers aus einzelnen Ringeln, fig. 31: Maikäfer, in seine Ringe zer pf mit den Fühlern [i] und den vor astern (Palpen); b Vorderbrust [Prothorax] en Beinpaare; c Mittelbrust [Mesothorax] weiten Beinpaare und den Flügeldecken h Hinterbrust [Metathorax] mit den Hinter f Hinterleib aus neun Ringen gebildet), en Gliederthieren gemeinsam ist, läßt sich n Insekten stets nachweisen, obgleich nicht piele vorkommen, daß einzelne dieser Ringel n ganzen oder nur in bestimmten Stücken verwachsen und verschmolzen sind. Ge assen sich indeß drei Abtheilungen unter nen zufolge diese einzelnen Ringel gruppirt , Brust und Hinterleib. Nur bei einigen Schmarotzern erscheinen Brust und Hinter ander verschmolzen; bei vielen hängen die erabtheilungen in ihrer ganzen Breite zu bei andern wieder ist die Verbindung nur ie Stiele vermittelt, sodaß die drei Theile sten Blick in die Augen fallen. Der Kopf er allen Umständen die Fühler und die zeuge, meistens auch zusammengesetzte Augen che Nebenaugen; an den drei Ringen der n sich auf der untern Seite die drei Fuß f der obern die Flügel an; der Hinterleib die Ringelung am deutlichsten, trägt aber Füße, und nur höchst selten eigenthümliche e Bewegungsorgane, während sein hinteres Ende oft mit Apparaten ausgestattet ist, die zu dem Fortpflanzungsgeschäfte in der nächsten Beziehung stehen.

Die Fühler (antennae), welche meist vorn auf dem Kopfe, auf der Stirn oder mehr zu beiden Seiten eingelenkt sind, zeigen äußerst wechselnde Formen, die sich indeß wesentlich auf zwei Grundtypen reduciren lassen. Gewöhnlich haben sie die Gestalt einer einfachen Borste, einer Keule oder eines Kegels und erscheinen dann aus einzelnen Ringeln oder Gliedern zusammengesetzt, welche ziemlich gleiche Beschaffenheit und Structur zeigen. Untersucht man nämlich die Fühler unter einer hinreichend starken Vergrößerung, so sieht man die äußere Fläche dieser gleichartigen Fühler mit Ausnahme der Gelenkglieder überall mit feinen Gruben besäet, deren Grund mit einer dünnen, zarten Haut verschlossen ist, welche mit sehr zarten Flaumhaaren dicht besetzt erscheint. Bei den ungleichartigen Fühlern, wo stets ein besonderer Schaft oder Stiel existirt, sind diese eigenthümlichen Poren und Gruben nur auf den kammförmigen Zacken, Zähnen, Aesten und Fiederblättchen der Fühler angebracht, während der Stiel die gewöhnliche Beschaffenheit der übrigen äußern Körperhaut zeigt. Es ist zwar jedenfalls anzunehmen, daß dieser eigenthümliche Bau der Fühler zur Function derselben in der engsten Beziehung steht, welcher Art aber die Beziehung ist, hat bisjetzt noch nicht mit Sicherheit ermittelt werden können. Jedenfalls tasten die meisten Insekten sowol mit den Fühlern als auch mit den Palpen der Mundwerkzeuge; ob aber auch in den Fühlern der Sitz des oft in ausgezeichneter Weise entwickelten Geruchsinns zu suchen ist, darf jetzt noch billig bezweifelt werden. Die Form der Fühler, die Gestalt und Zahl ihrer einzelnen Glieder bieten werthvolle Unterscheidungszeichen für größere Gruppen, wie für Gattungen und Arten.

Der Kopf trägt vorn, oben oder an den Seiten die Augen, die nur sehr selten bei solchen Insekten rückgebildet sind, welche an dunkeln Orten, in Höhlen u. s. w. leben und gewöhnlich in zwei Formen sich darstellen: als zusammengesetzte Netzaugen (oculi) oder als einfache Punkt- oder Nebenaugen (stemmata). Oft kommen die Punktaugen allein vor, und dann sind sie meistens gehäuft und stehen in Gruppen an den Seiten des Kopfes auf eigenen Wülsten von verschiedener Gestalt und Größe. Sind die Nebenaugen zugleich mit den zusammengesetzten Augen vorhanden, so findet man meist nur zwei oder drei dieser Organe oben auf dem Scheitel, wo sie gewöhnlich dem Hirnknoten so nahe aufsitzen, daß ihr Sehnerv nur ein kurzes Wärzchen bildet. Es bestehen diese einfachen Augen stets aus einer becherförmigen, von wenigen Krystallstäbchen gebildeten Netzhaut, welche von einem dunkeln Farbstoffe umgeben und von einer meist halbkugelförmigen durchsichtigen Stelle der Haut (Hornhaut) überwölbt ist. Die zusammengesetzten Augen bilden meist hügelartige Hervorragungen auf beiden Seiten des Kopfes, die rundlich, nierenförmig, zuweilen auch sehr tief ausgeschnitten sind, manchmal so sehr anwachsen, daß sie auf dem Scheitel zusammenstoßen, zuweilen auf unbeweglichen Stielen sitzen und oft mehrere tausend Facetten zählen, die nicht immer gleich groß an demselben Auge sind und zwischen welchen oft Haare eingepflanzt sind. Hinter jeder Facette beginnt ein nach innen sich zuspitzender, oft seltsam zugeschnittener Krystallstab, der zugleich lichtbrechendes und empfindendes Element ist und nach innen in eine Faser des Sehnervs übergeht, die von einem Ganglien entspringt.

Jeder Krystallstab ist oft in seiner ganzen Länge, stets aber wenigstens am innern Theile von einer schwarzen oder farbigen Pigmentschicht überzogen. Welche specielle Beziehung zum Sehen die Punktaugen und zusammengesetzten Augen besitzen, wo beide gemeinschaftlich vorkommen, ist noch unbekannt.

Die Mundwerkzeuge, welche der Kopf stets an seiner untern oder vordern Fläche trägt, sind bei allen Insekten nach demselben Grundtypus angeordnet, wenn sie auch in Form, Beschaffenheit und relativer Ausbildung unzählige Modificationen erleiden und je nach der Nahrung der Insekten bald mehr zum Kauen, bald mehr zum Saugen eingerichtet sind. Die Erkenntniß dieses allgemeinen Plans in der Organisation so höchst verschiedener Theile bildet eine der schönsten Errungenschaften der neuern Wissenschaft. Da die einzelnen Theile bei den kauenden Insekten am meisten ausgebildet sind, so gehen wir zuerst auf diese ein, um ihnen die Analogien der saugenden Mundtheile, bei welchen einzelne dieser Werkzeuge mehr oder minder verkümmert sind, entgegenstellen zu können. Man findet bei einem (Taf. 25, Fig. 32: Mundtheile des Lederlaufkäfers, vergrößert und von oben gesehen. a Lippentaster, b Ladentaster, c Kinnladen, d Kinnbacken, e Oberlippe, f Unterlippe) Käfer oder einem Geradflügler, indem man von oben nach unten geht, zuerst einen unpaaren Deckel, die Oberlippe oder Lefze (labrum), dann zwei seitliche, meist hakenförmige Hornstücke, die Kiefer, Oberkiefer oder Kinnbacken (mandibulae), unter diesen zwei andere seitliche Stücke, die Kinnladen oder Unterkiefer (maxillae), und endlich als untern Schluß ein wie die Oberlippe von oben nach unten bewegliches Stück, die Unterlippe oder Lippe (labium), die man als ein in der Mitte verwachsenes drittes seitliches Kieferpaar betrachten muß, da sie, wie z. B. bei den Geradflüglern, zuweilen in zwei seitliche Hälften getrennt ist. Kinnladen und Unterlippe tragen gewöhnlich seitliche gegliederte Anhänge, die Ladentaster (palpi maxillares) und die Lippentaster (palpi labiales). Die normalen Mundwerkzeuge bestehen also aus zwei meist unpaaren Lippen, zwei Paar Kiefern und zwei Paar Tastern.

Die Oberlippe besteht meistens aus einem unter allen Umständen unpaarigen, mehr oder minder großen Vorsprunge, der wie eine Klappe an der Unterfläche des Kopfes beweglich ist und gewöhnlich die Kiefer deckt oder wenigstens auf ihrem Ursprunge aufliegt. Zuweilen ist die Oberlippe unbeweglich mit dem hornigen Skelet des Kopfes verwachsen, und bei manchen saugenden Insekten sucht man vergebens nach einer Spur von ihr.

Die Kiefer sind bei den kauenden Insekten stets aus zwei hohlen Hornstücken gebildet, die zu beiden Seiten durch ein Charniergelenk so mit dem Kopfe verbunden sind, daß sie sich nur gegeneinander bewegen können. Sie sind meistens hakenförmig, krumm gebogen, gewöhnlich sehr fest und hart, bei den Fleischfressern spitz gezähnt, bei den Pflanzenfressern mehr mit meißelartigen oder stumpfen Vorragungen zum Kauen versehen; in vielen Fällen ragen sie weit über den Kopf hervor und haben oft bei den verschiedenen Geschlechtern derselben Art eine verschiedene Form, wie z. B. bei den bekannten Hirschkäfern, wo das Männchen große geweihartige, mit mehrfachen Zacken besetzte Kiefer besitzt, während sie beim Weibchen nur kurze Haken darstellen. Je mehr die Aufnahme fester Nahrungsmittel zurücksinkt, desto unscheinbarer werden die Kiefer, und bei den echten Saugern fehlen sie entweder ganz, oder sind auf zwei hornige Borsten reducirt, welche gewöhnlich zu [illegible] nutzt werden.

Weit complicirter an Gestalt und [illegible] sind die Unterkiefer oder Kinnladen [illegible] einen so offenen Winkel wie die Kiefer [illegible] Stande sind, und nur selten dieser [illegible] Schärfe ihrer Zähnelungen gleichkommen. [illegible] laden stehen der Unterlippe sehr nahe [illegible] zuweilen mit ihrer Basis so mit der [illegible] daß man sie für einen Theil derselben [illegible] sie bestehen meist aus mehrern einzelnen [illegible] man in einen Schaft oder Stiel und [illegible] Theil, die Lade oder den Helm, [illegible] Stiel ist meistens aus einem queren [illegible] sogenannten Angel (cardo) und [illegible] Stiele (stipes) zusammengesetzt, der [illegible] Seite die Laden oder Lappen (malae) [illegible] Seite die Ladentaster (palpi maxillares) [illegible] an der Spitze oft hakenförmig umgebogen [illegible] härtet oder selbst mit spitzen Hornzähnen [illegible] der Kiefer, besetzt ist. Das Ende der [illegible] namentlich sehr in seiner Form, indem [illegible] blattförmig ist und von der Seite der [illegible] (galea, bei den Geradflüglern) die [illegible] werkzeuge decken kann, bald einen kurzen [illegible] oder selbst einen tasterförmigen Anhang [illegible] Kinnladen sind meist auf ihrer Innenseite [illegible] ren oder Borsten besetzt und dienen [illegible] Betasten und Halten der Nahrungsmittel [illegible] saugenden Insekten erleiden sie manche [illegible] cationen, indem sie bald in ähnlicher [illegible] Kiefer zu Stechborsten umgewandelt werden [illegible] namentlich bei den Zweiflüglern und [illegible] der Fall ist, oder aber, indem sie [illegible] pen darstellen, wie bei den Hautflüglern [illegible] selbst das Saugorgan werden, indem [illegible] gen, spiralig aufgerollten Halbkehlen [illegible] durch Zusammenlegen eine Röhre [illegible] bilden, wie dies bei den Schmetterlingen [illegible] Die Ladentaster, welche nur in seltenen [illegible] sind gewöhnlich viel kürzer als die Kiefer [illegible] als die Lippentaster, und ihre Glieder [illegible] für jede Insektenordnung ein bestimmtes [illegible] z. B. vier für die Käfer, fünf für [illegible] u. s. w.

Die Unterlippe besteht außer der [illegible] welche in Form und Größe meistens [illegible] ähnlich sind, noch aus mehrern verschiedenen [illegible] Gewöhnlich sitzt sie auf einer abgerundeten [illegible] mit der sie in einem Klappengelenke [illegible] und welche man das Kinn (mentum) [illegible] Sehr häufig ist die Lippe in ihrer Mitte [illegible] geschnitten oder selbst fast gänzlich [illegible] zwei Theile getheilt, eine Andeutung [illegible] lichen Zusammensetzung aus zwei [illegible] Mittellinie verwachsenen Kinnladen; [illegible] gewöhnlich aber mit Haaren besetzt. [illegible] Mundöffnung nach unten und trägt [illegible] Fläche meist einen häutigen weichen [illegible] man die Zunge (ligula) genannt [illegible] ist diese Zunge im Munde verborgen [illegible] neben ihr noch einige selbständige [illegible] genannten Nebenzungen (paraglossae) [illegible] und Zunge zeigen nicht nur merkwürdige [illegible] schiedenheiten, sondern auch sehr eigenthümliche [illegible] cationen ihres Baues. Bei vielen [illegible] und zwar namentlich bei den Halbflüglern [illegible] Zweiflüglern, hat sich die Unterlippe [illegible] verlängert und bildet eine oben [illegible] Scheide, in welcher die zu Stechborsten [illegible]

Kinnladen eingeschlossen liegen. Bei den
ist die zum Schnabel gewordene Unter-
obenein aus mehrern Gliedern zusammen-
rend sie bei den Zweiflüglern einen häuti-
n Schlauch, einen Saugrüssel bildet, der
nzlich zurückgezogen werden kann. Die oft
entäre Zunge wird schon bei manchen Kä-
ß, daß sie stets aus dem Munde hervorragt,
en Hautflüglern erreicht sie den höchsten
Entwickelung, indem sie zu einem langen,
Schöpfrüssel wird, der wesentlich zur
dieser Thiere und zum Aufsammeln des
trägt.

ist (thorax) trägt, wie wir schon oben be-
allen Fällen die Bewegungsorgane, indem
berfläche ihrer beiden hintern Ringe die
der Unterfläche aller drei Ringe aber die
lenkt sind. Die Brust ist im ganzen ge-
e größte der drei Körperabtheilungen, was
denjenigen Insekten, die harte Flügeldecken
ie z. B. den Käfern), nur auf der Unter-
nt werden kann, indem dann die Flügel-
die Mittel- und Hinterbrust sich ausdeh-
den meisten Fällen ist es leicht, die drei
che man mit dem Namen der Vorderbrust
), der Mittelbrust (mesothorax) und der
ust (metathorax) unterscheidet, trotz ihrer
Verwachsungen zu erkennen; und ebenso kann
häufig die einzelnen Stücke unterscheiden,
en jeder einzelne dieser Ringe wieder zu-
etzt ist. Bei den Beschreibungen werden
die Unterfläche der Brust, das sogenannte
n (sternum), und die Rückenfläche (notum)
ige gefaßt, sodaß wir über die weitere Zu-
ung der einzelnen Brustringe, die äußerst
ist, hier hinweggehen können. Sehr ver-
nd die gegenseitigen Verhältnisse der einzel-
, da ihre Entwickelung besonders in Be-
eht zu den Functionen der Bewegungswerk-
an ihnen befestigt sind. So ist die Vorder-
den Käfern, den Geradflüglern und Halb-
eist ganz bedeutend entwickelt, frei beweglich,
dann den Namen des Halsschildes,
ie bei andern, besonders fliegenden Insekten,
en Schmetterlingen, den Haut- und Zwei-
gewöhnlich nur die Form eines schmalen
er eines dünnen Stiels hat, welcher den
der Brust vereint; zuweilen ist der Kopf
eborgen unter der schildförmigen Vorderbrust,
sogar so, daß in dem Rande derselben
gebracht sind, um den Augen einigen Spiel-
oben zu gewähren. Die Vorderbrust trägt
das erste Paar der Beine, aber niemals
f der Rückseite.

ittelbrust erscheint besonders bei denjenigen
vorzugsweise entwickelt, bei welchen die
gel die wesentlichsten Flugorgane bilden, wie
bei den Haut- und Zweiflüglern, während
nigen Insekten, wo die Vorderflügel als
en dienen, die Mittelbrust entsprechend auch
unbedeutende Ausbildung zeigt und oft gar
nur mit einem kleinen Theile auf der Ober-
bar ist, den man das Schildchen (scutellum)
hat. Die Hinterbrust endlich, welche bei
gsweise fliegenden Insekten nur wenig ent-
, bildet sich da besonders aus, wo die Hinter-
s wesentlichste Flugorgan geworden sind, oder
Hinterbeine zu Springfüßen benutzt werden
diesem Endzwecke mächtige Muskeln erhalten.
lügel, welche stets auf der Rückenfläche der

Mittel- und Hinterbrust eingelenkt sind, wechseln außerordentlich an Gestalt und Bildung. Sie fehlen ganz bei vielen einzelnen Gattungen von Käfern, Geradflüglern, Halbflüglern und Zweiflüglern, und häufig gehen sie den Weibchen ab, während die Männchen damit versehen sind; so sind auch bei den in Gesellschaft lebenden Insekten zuweilen die unvollkommen ausgebildeten geschlechtslosen Individuen, die Arbeiter, flügellos, während Männchen und Weibchen mit Flugorganen versehen sind. Viele Insekten, wie namentlich die Ordnung der Dipteren, besitzen nur zwei ausgebildete Flügel, wobei das andere Paar zu eigenthümlichen schwingenden Kölbchen verkümmert ist, und zwar sind es bei den Zweiflüglern die Hinterflügel, bei den Strepsipteren die Vorderflügel, welche in dieser Weise verkümmert sind. Da, wo vier Flügel vorhanden sind, findet man sie oft von ungleicher Bildung, indem die Vorderflügel mehr lederartig oder hornartig fest sind und nur als Flügeldecken (Elytrae) benutzt werden, ohne am Fluge selbst einen wesentlichen Antheil zu nehmen. Manchmal sind diese Flügeldecken sogar so verwachsen, daß sie durchaus unbeweglich erscheinen; in andern Fällen ist nur ein Theil der Vorderflügel lederartig und zur Decke bestimmt, während der übrige Theil ebenso wie die Hinterflügel häutig erscheint. Die Flügel selbst sind eigentlich nur Duplikaturen des Hautskelets, deren beide Membranen sehr dicht aneinanderliegen und nur an den Orten, wo Luftadern und Gefäße sie durchziehen, voneinanderweichen. Jeder Flügel bildet so eine aus zwei Blättern bestehende häutige Platte, die je nach den Gattungen von mehr oder minder ausgebildeten Adern oder Nerven durchzogen ist. Bei Insekten, welche eben aus der Puppe hervorkriechen und bei denen die Flügel noch vollkommen unausgebildet sind, kann man nicht nur diese Zusammensetzung der Flügel aus zwei Blättern beobachten, sondern auch sehen, wie anfangs durch die Gefäße und Luftröhren Blut und Luft in die Flügel vordringt und diese ausdehnt. Bei den meisten Insekten sind die Flügel nackt, einfach häutig, höchstens mit dünnen Härchen besetzt, und haben dann jene eigenthümliche schillernde Färbung dünner, durchsichtiger Blättchen; oft aber sind sie mit besondern Schuppen bedeckt, welche ihre Färbung bedingen. Zuweilen ist ihre Fläche noch durch lange Haare vermehrt, die an ihrem Rande stehen. Die Vertheilung der Adern oder Nerven auf den Flügeln und der zwischen ihnen befindlichen, bald offenen, bald geschlossenen Zellen erscheint von großer Wichtigkeit für die beschreibende Naturgeschichte, da diese Vertheilung bei den natürlichen Gruppen stets übereinstimmend ist. Die Art und Weise, wie die Flügel in der Ruhe getragen und zusammengelegt werden, ist gewöhnlich sehr bezeichnend für die natürlichen Gruppen, ja selbst für die Ordnungen der Insekten. So knicken alle Käfer die Unterflügel ein, um sie unter die Flügeldecken zu schieben, während die Geradflügler sie fächerartig zusammenlegen, die Tagschmetterlinge aber sie nach oben zusammenschlagen. Der Flug der Insekten ist begreiflicherweise je nach der Beschaffenheit und Ausbildung der Flügel außerordentlich verschieden, beruht aber im wesentlichen darauf, daß der Flügel durch Drehung in Form einer 8 beim Aufheben der Luft eine geringere Fläche darbietet als beim Niederschlagen, wodurch sich der zwischen den Flügeln angebrachte Körper erhebt. Die Flugkraft vieler Hautflügler, Aderflügler und Zweiflügler übersteigt alles, was wir an andern Thieren kennen. Die Stubenfliege macht nach genauen Messungen über 300 Schwingungen in der Secunde mit ihren Flügeln.

Die Beine der Insekten sind trotz der verschiedenen Ausbildung nach demselben Grundgesetze gebaut und enthalten selbst bei ihrer Verkümmerung gewöhnlich dieselbe Zahl von einzelnen Theilen. Die Hüfte (coxa), mittels welcher das Bein in die Gelenkgrube des betreffenden Ringes eingelenkt ist, bildet meistens einen drehrunden oder länglichen Gelenkknopf, mit dem ein zweites Hornstück, der Schenkelanhang oder Trochanter, unbeweglich verbunden ist. Gewöhnlich können diese beiden Hüftstücke zusammen in dem Gelenke in ähnlicher Weise bewegt werden, wie unser Oberarm, in andern Fällen ist die Rollung unvollständiger. An den Hüftstücken sitzt, ebenfalls durch ein unvollständiges Kugelgelenk mit ihnen verbunden, der Schenkel (femur), der fast immer eine walzenförmige Gestalt hat, oft bestachelt oder bezähnt ist und an den Hinterbeinen der springenden Insekten gewöhnlich bedeutend verdickt erscheint. Mit dem Schenkel steht ein zweites, meist längeres und dünneres Stück durch ein Charniergelenk in Verbindung, das man die Schiene (tibia), nennt, und das an seinem Ende den Fuß (tarsus) trägt. Dieser letztere besteht nur sehr selten aus einem, meist aus mehrern, gewöhnlich aus fünf Gliedern, die oft erweitert und auf ihrer Unterfläche mit besondern Ballen, Bürsten oder Wärzchen zum Anhalten an glatten Oberflächen besetzt sind. Das letzte Tarsalglied trägt an seinem Ende gewöhnlich zwei, seltener eine gekrümmte, meist scharfe Hornklaue, die nur in äußerst seltenen Fällen gänzlich fehlt. Wesentliche Modificationen erleiden die Beine häufig durch ihre Beziehungen zur Lebensart der Insekten. So besitzen manche breite, quergestellte Vorderbeine, die zum Aufwühlen der Erde geschickt erscheinen, sogenannte Grabfüße. Bei den Springbeinen sind die hintern Schenkel verdickt und verlängert; bei den Schwimmbeinen die einzelnen Glieder abgeplattet, die Beine nur in wagrechter Richtung beweglich und mit steifen Haaren, die ihre Oberfläche vergrößern, besetzt. Bei manchen Insekten sind die Vorderbeine zum Fangen der Beute so eingerichtet, daß das letzte Glied gegen das vorletzte wie die Klinge eines Taschenmessers eingeklappt werden kann, Raubfüße; bei den meisten sind sie gleichmäßig entwickelt zum Gehen, Laufen und Klettern.

Der Hinterleib (abdomen) der Insekten zeigt stets die Ringelung weit deutlicher als die beiden andern Hauptabschnitte des Körpers. Die Hinterleibsringe sind fast immer aus zwei Bogen, einem obern und einem untern, zusammengesetzt, die an den Seitenrändern durch elastische Häute miteinander verbunden sind, sodaß der Hinterleib hierdurch sowol wie durch die schuppige Anordnung der Ringe bedeutender Volumsveränderungen fähig ist, die namentlich durch die Entwickelung der Eier bei den Weibchen sowie durch das Einpumpen von Luft vor dem Auffliegen bedingt werden. Zuweilen geht diese schuppige Lagerung der Ringe, die durch ausdehnbare Bänder vereinigt sind, so weit, daß der Hinterleib förmlich wie die Röhre eines Perspectivs ein- und ausgeschoben werden kann. Die Normalzahl der Hinterleibsringe scheint neun zu sein, indessen wechselt dieselbe außerordentlich entweder durch Verwachsungen oder dadurch, daß die letzten Ringe in die Bauchhöhle selbst hineingeschoben und dort als Deckschuppen der Begattungswerkzeuge angebracht sind. Eigentliche Bewegungsapparate trägt der Hinterleib nur bei einigen flügellosen Insekten, bei welchen die sonst unbeweglichen Borsten und Haare, die oft an ihm angebracht sind, zu Springorganen umgewandelt sind.

Die äußere Umhüllung des Körpers, die Haut, deren Härte und Consistenz ungem[illegible] stets aus jenem eigenthümlichen, [illegible] gebildet, den man Chitin genannt [illegible] Stoff nur äußerst schwer zerlegbar ist, [illegible] auch die meisten Häute und Körper[illegible] sekten sehr lange Zeit vollkommen [illegible] wenn sie noch so zart und dünn [illegible] der äußern Oberfläche dieses Hautsyste[illegible] fache Anhänge in Form von Stacheln, [illegible] oder Schuppen vor, welche bald ziem[illegible] sind, bald auch nur sehr lose in eige[illegible] Haut sitzen und bei der leisesten Ber[illegible] lösen. Oft sind diese Stacheln und [illegible] dem mit Widerhaken besetzt, sodaß [illegible] liche Waffen bilden, die einmal eingd[illegible] vordringen. Die Mägen mancher [illegible] Vögel, wie z. B. des Kukuks, sind [illegible] fläche mit einem so dichten Ueberzuge [illegible] in die Magenhaut eingestochener Hau[illegible] lange lebhafter Streit über die Frage [illegible] ob diese Filzüberzüge zu dem Bau des [illegible] Vögel gehören oder von den verschluc[illegible] rühren. Nach innen zu zeigt das Ha[illegible] ganzen betrachtet eine Sammlung von [illegible] und Ringen darstellt, zuweilen Vorsprü[illegible] Spitzen, welche den verschiedenen Mus[illegible] punkten dienen. Die äußern Umrisse [illegible] stehen überhaupt in wesentlicher Beziehung [illegible] Ausbildung des Muskelsystems, und [illegible] da, wo mächtige Muskeln zur Bew[illegible] Theile vorhanden sind auch entsprechen[illegible] stelet aufgebläht, wie z. B. einen bre[illegible] starken Beißwerkzeugen, hohe dicke Brus[illegible] dem Flugvermögen u. s. w. Die Mus[illegible] stets sehr ausgebildet sind und so [illegible] lichen Muskeln der höhern Thiere sehr [illegible] streifen zeigen, stehen im Verhältniß [illegible] der Bewegungsorgane und der Kaumu[illegible] aber im Verhältniß zu ihrer Masse [illegible] Kraft und Energie, die sich besonders [illegible] beiten der Insekten kundgibt. Die meisten [illegible] mit Leichtigkeit das Zehn- oder Zwanzig[illegible] wichts auf dem Rücken; Ameisen schle[illegible] Kiefern, also mit ungünstigem Kraftm[illegible] größere und schwerere Gegenstände ab[illegible] fort, und eine Grabwespe oder Maulw[illegible] in einer Stunde einen Gang aus, [illegible] zehn- bis zwölfmal ihre eigene Länge [illegible] sie noch obenein die aufgewühlte Erde [illegible] herausschafft und die Wände desselben [illegible] sammenfallen sichert! Und solche [illegible] nicht einmal bei außerordentlichen Ge[illegible] richtet, sondern halten tagelang ohne [illegible] an, und ohne daß man dem Thiere [illegible] anmerkte.

Das Nervensystem der Insekten [illegible] allen Umständen aus einer Reihe von [illegible] unmittelbar auf der innern Fläche der [illegible] bedeckung aufliegen und meist durch [illegible] fäden miteinander verbunden sind. [illegible] über dem Schlunde liegt eine Gehirnm[illegible] Fühlernerven und die Sehnerven [illegible] unten zwei dickere Fäden um den Schlu[illegible] die sich in einem unter dem Schlunde [illegible] vereinigen und so einen förmlichen Sch[illegible] Von dem untern Knoten aus gehen [illegible] hinten, die meistens getrennt, zuweil[illegible] einem einzigen Faden verschmolzen [illegible] sich von Zeit zu Zeit den einzelnen Ru[illegible] Knoten befinden, von welchen die Nerv[illegible]

. Bei den Larven und den langleibigen
egen diese Knoten gewöhnlich weit von-
während da, wo die einzelnen Körperringe
nander verschmolzen und unbeweglich ge-
, die einzelnen Knoten auch näher anein-
und oft gänzlich miteinander verschmelzen.
: so die mannichfaltigsten Uebergänge von
hmarke, das in seiner ganzen Länge aus
en Knoten zusammengesetzt ist, die sich in
n Abständen folgen, bis zu fast gänzlich
ten Massen, die kaum noch ihren Ursprung
assen; und man kann diese allmähliche Con-
des Nervensystems auch bei denjenigen Arten
die als Larven eine langgestreckte Ganglien-
vollkommene Insekten dagegen ein ver-
Bauchmark besitzen. Außer dem Bauch-
sich noch ein besonderes Eingeweidenerven-
weisen, welches als zwei paarige und ein
lerv an Schlund und Magen hinläuft und
zweigen versorgt.
ch der Sinnesorgane ist nur weniges
Wir erwähnten schon das auf Tastsinn, Ge-
eruch Bezügliche. Unleugbar sind viele In-
wählerisch hinsichtlich ihrer Nahrung, was
ack schließen läßt; wo derselbe seinen Sitz
, ist noch nicht ermittelt. Als Gehörorgane
gespannte Häute angesprochen, auf deren
ite glashelle Krystallstäbchen sitzen, welche
endigungen sich darstellen. Bei den Schnarr-
ncridida) liegt dieses Ohr am Hinterthelle
brust und stellt eine mit einem Trommel-
offene Grube dar, hinter welcher ein zartes
liegt, zu dem ein eigener, aus dem dritten
n entspringender Hörnerv geht. Bei den
. Grillen (Gryllida) und den Heuschrecken
) findet man gar unter dem Kniegelenk der
rderschienen Gruben, welche durch Trommel-
offen sind und hinter denen die Luftröhre
eine Blase bildet, zu der sich ein eigener
begibt. Nervenstäbchen ohne ausgespannte
imen bei den Käfern an den Hinterflügeln,
Zweiflüglern an den Schwingkolben vor.
weniger sind Tonbildungen, die mit den
functionen in Beziehung stehen, bei den In-
ts Seltenes. So locken manche Holzkäfer
chen dadurch, daß sie mit dem harten Kopfe
erleibe mit großer Heftigkeit auf das Holz
die Schnarrschrecken geigen mit ihren Hinter-
dem Außenrande der Flügeldecken; die Heu-
nd Grillen reiben den harten und scharfen
Wurzel der einen Flügeldecke gegen eine
ornleiste an der Wurzel der andern Flügel-
) bringen dadurch den schrillenden Lockton
Viele Käfer und Wanzen zirpen, indem sie
brust gegen den Mittelrücken oder den Hinter-
die Flügeldecken reiben. Die Singcicaden
ren unleidlichen sogenannten Gesang mittels
enen Trommelhaut hervor, welche an dem
nterleibsringe in ähnlicher Weise wie das
Tamburins in einem runden Ringe aus-
ist, durch einen eigenen Muskel gespannt
lich wieder losgeschnellt wird. Alle diese
iehen sich auf die Vereinigung der beiden
er, und vielleicht steht auch das Summen
genden Insekten, welches offenbar durch die
de Spannung und Erschlaffung des Brust-
ährend der Flugbewegung und der dieselbe
en zahlreichen Muskelcontractionen erzeugt
zu in einiger Beziehung.
Verdauungskanal der Insekten ist stets
darmartig, aber von sehr wechselnder Länge, und zeigt sich immer aus mehrern Häuten zusammengesetzt, deren innerste an dem obern und untern Abschnitte des Darmes mit dem Hautskelet in Verbindung steht und auch bei Häutungen mit demselben gewechselt wird. Bei den fleischfressenden Insekten sowie bei den Saugern ist der Darmkanal im allgemeinen weit kürzer als bei den Pflanzenfressern, wo er oft viele schlingenförmige Biegungen im Hinterleibe bildet, die niemals durch ein Gekröse, sondern stets nur durch vielfache Verzweigungen der Luftröhren in ihrer Lage erhalten werden. Gewöhnlich kann man drei Hauptabschnitte und folgende einzelne Theile unterscheiden: Von der Mundhöhle an, welche häufig in ihrem Grunde lappenartige Vorsprünge (epi- und hypopharynx) zeigt, zieht sich in der Brust zwischen den Muskelmassen derselben hindurch eine dünne, aber stark muskulöse Speiseröhre oder Schlund, der nach hinten oft in einen häutigen, mehr oder minder gefalteten Kropf und dann in einen meist runden Kaumagen sich erweitert, dessen innere Fläche gewöhnlich mit hornigen Leisten, Borsten und stumpfen Zähnelungen besetzt ist. Zuweilen auch, und zwar bei den Saugern, findet sich neben dem Schlunde noch eine dünnhäutige Blase, die durch einen längern oder kürzern Stil mit ihm in Verbindung steht und als Saugmagen functionirt. Häufig sind an dieser ersten Abtheilung des Darmkanals noch besondere röhrige oder traubige Speicheldrüsen entwickelt, die meistens in dem Kopfe verborgen liegen, zuweilen aber sich weit in den Leib hinab erstrecken. Die zweite größere Abtheilung des Darmkanals wird von dem sogenannten Chylusmagen gebildet und erstreckt sich von der Einmündung des Schlundes bis zur Insertion der Harngefäße in äußerst verschiedenen Formen und Gestalten. Gewöhnlich zeigt diese Abtheilung eine bedeutendere Breite als die andern, und vielfache Längs- oder Querfalten; sehr oft ist sie bald in ihrer ganzen Länge, bald nur in ihrer obern Hälfte mit kurzen Drüsenschläuchen besetzt, welche ihr ein zottiges Ansehen geben. In das hintere Ende dieses Chylusmagens münden die Nieren ein, welche stets eine röhrige Form haben, die im allgemeinen den Drüsenorganen der Insekten überhaupt zukommt. Die sehr dünnen und langen Harngefäße, deren Zahl sehr wechselt, haben entweder blinde Enden oder gehen am Ende bogenförmig ineinander über und umgeben meist in vielfachen Windungen und Schlängelungen den Darmkanal. Der gelbliche oder röthliche Harn, welchen diese Gefäße absondern, hat gewöhnlich eine breiige Consistenz und sammelt sich während des Puppenschlafs in bedeutender Menge in dem hintern Theile des Darms an, wo er dann, von den ausgeschlüpften Insekten oft in großer Menge entleert, zu Sagen von Blutregen Veranlassung gegeben hat. Die hintere Abtheilung des Darms hat im Anfange stets eine geringere Weite als der Chylusmagen, bläht sich aber dann oft wieder bedeutend auf, sodaß man einen engern Krummdarm, einen kloakenförmigen Dickdarm und einen kurzen muskulösen Mastdarm deutlich unterscheiden kann. In dem Dickdarme finden sich stets eigenthümliche durchsichtige Drüsenwülste, die oft eine ungemein große Zahl erreichen und in das Innere der Höhlung vorragen. Sehr häufig zeigt sich an diesem kloakenförmigen Dickdarme noch ein mehr oder minder ausgebildeter Blinddarm, der zuweilen eine ansehnliche Länge erreicht. Der After ist stets an dem letzten Körperringel angebracht, und sehr häufig münden unmittelbar vor ihm in den Mastdarm besondere Drüsenschläuche, Afterdrüsen, die

eine ätzende oder stinkende Flüssigkeit absondern, welche von den Thieren zu ihrer Vertheidigung hervorgespritzt wird. Zuweilen finden sich auch solche eine ähnliche Flüssigkeit liefernde Drüsen an andern Stellen des Körpers, wie z. B. bei den Maiwürmern (Meloë) an den Gelenken der Beine, oder bei den Wanzen an der Unterfläche der Brust. In eigenthümlicher Beziehung zu dem Verdauungsgeschäfte und dessen Organen steht dann ferner noch der Fettkörper, eine Masse von meist weißlichen oder gelblichen Fettzellen, die bei den vollkommenen Insekten nur eine geringe Ausdehnung besitzt, bei den Larven aber gewöhnlich alle Zwischenräume der Organe erfüllt und während des Puppenlebens zum Aufbau der Organe verwendet wird.

Alle Insekten besitzen in allen Zuständen ihres Lebens einen eigenthümlichen Kreislauf des Blutes, der durch ein in der Mittellinie gelegenes schlauchförmiges Herz vermittelt wird. Dieses Herz, das man auch unter dem Namen des Rückengefäßes kennt, liegt unmittelbar unter der Haut des Rückens und besteht aus mehrern einzelnen Kammern, die an den Einschnürungsstellen durch klappenartige Vorsprünge der innern Haut getrennt werden, welche dem Blute eine Strömung von hinten nach vorn gegen den Kopf anweisen. Die einzelnen Kammern sind durch dreieckige Muskelbündel an die Hinterleibsringe befestigt und zeigen jederseits in ihrer vordern Hälfte eine Längsspalte, durch welche das Blut von außen nach innen in das Herz eindringen kann. Durch Brust und Kopf setzt sich das Herz mittels einer in der Mittellinie gelegenen Körperader fort, welche plötzlich mit einer oder mehrern offenen Mündungen endigt. Dies ist der ganze Gefäßapparat, welchen die Insekten besitzen. Betrachtet man bei einem solchen Thiere, dessen Rückenhaut durchscheinend genug ist, z. B. bei der Seidenraupe, das Herz in seiner Thätigkeit, so sieht man, daß die Kammern desselben sich wellenartig von hinten nach vorn zusammenziehen und sich bei der Ausdehnung wieder füllen. Das Blut kreist im beständigen Strome durch das Herz und vertheilt sich dann in den Zwischenräumen der Körperorgane, wo sich wandungslose Kanäle finden, in denen es stets nach bestimmten Richtungen läuft. Die ganze Blutmenge sammelt sich dann im Hinterleibe in der Umgebung des Herzens an, das mithin förmlich im Blute schwimmt, und bei der Ausdehnung sich mit dieser Flüssigkeit füllt, die es durch seine Zusammenziehung weiter treibt. Man sieht also, daß der ganze Körper gleichsam ein Reservoir für die Ernährungsflüssigkeit bildet, dessen Inhalt durch eine angebrachte Saugspritze, das Herz, in Thätigkeit versetzt wird. Das Blut selbst ist gewöhnlich vollkommen farblos und enthält nur sehr wenige meist ungefärbte Blutkügelchen, sodaß es oft sehr schwer fällt, auch in ganz durchsichtigen Insekten unter dem Mikroskop die Blutströme zu sehen.

Alle Insekten athmen zu jeder Zeit ihres Lebens Luft, und zwar meistens durch besondere Oeffnungen, die man Stigmen (Stigmata) genannt hat und die bei allen vollkommenen Insekten ohne Ausnahme vorkommen. Diese Stigmen sind kleine, rundliche oder längliche Spaltöffnungen, die sich paarweise zu beiden Seiten des Körpers finden und sehr oft durch eine besondere Färbung ihrer Umgebung ausgezeichnet sind. Meist sind sie mit einem besondern Hornringe eingefaßt und können durch eigene Muskelchen geöffnet und geschlossen werden. Das Ein- und Auspumpen von Luft geschieht durch Ausdehnung oder Verschiebung der Hinterleibsringe, und man kann namentlich bei solchen Insekten, welche schwer fliegen, deutlich beobachten, wie sie sich zu der Erhebung [illegible] durch Einpumpen von Luft vorbereiten. [illegible] sind in der Regel in den Verbindungs[illegible] zelnen Körperringe angebracht, oft so [illegible] bald unter den Flügeldecken, bald [illegible] des Körpers aufgesucht werden müssen. [illegible] richtet sich bei den vollkommenen Insekten [illegible] nach der Zahl der sichtbaren Körperringe: [illegible] der Kopf und der letzte Hinterleibsring [illegible] Spur von Stigmen, und an der Brust [illegible] höchstens nur zwei Paare. Von den [illegible] setzen sich eigene Luftröhren oder Tra[illegible] Innere des Körpers nach allen Richtungen [illegible] alle Organe mit Aesten und Zweigen [illegible] zeichnen sich diese Luftröhren meist, wenn [illegible] einem lebenden Insekte unter Wasser [illegible] ihre silberglänzende oder milchweiße Farbe [illegible] sich verliert, sobald Wasser oder [illegible] Röhren eingedrungen sind und die [illegible] haben. Der Bau dieser Luftröhren ist [illegible] die größern Stämme sind aus zwei Häuten [illegible] gesetzt, zwischen denen ein horniger Faden [illegible] aufgewunden liegt. Den blasenförmigen [illegible] welche an den Luftröhren vieler Insekten [illegible] fehlen die Spiralfäden und ebenso [illegible] nach und nach in den feinern Aesten [illegible] der Röhren, wo zuletzt nur noch eine einfach[illegible] lose Membran übrigbleibt. Bei vielen [illegible] ästeln sich die Luftröhren mit stets dünner [illegible] Zweigen allmählich, indem sie zahlreiche [illegible] untereinander eingehen. Bei andern dagegen [illegible] sie sich oft zu vielfachen Luftblasen, die [illegible] den durch raschen und kräftigen Flug [illegible] Thieren oft eine ungemeine Größe [illegible] manchmal einen großen Theil des Hinter[illegible] füllen. In der Anordnung der Stämme [illegible] zwei wesentliche Modificationen unterscheiden [illegible] wöhnlich laufen zu beiden Seiten des [illegible] zwei große, weite Stämme hin, in welche [illegible] Stigmen herkommenden queren Luftstämme [illegible] und von welchen aus die Luftröhren [illegible] schiedenen Organe des Körpers strahlen, [illegible] dern, weniger häufig vorkommenden Form [illegible] sich die aus dem Stigma hervortretenden [illegible] unmittelbar an die Körperorgane, jedoch [illegible] seitliche Verbindungsstämme zueinander [illegible] Die Rollen von Blut und Luft verhalten sich [illegible] bei den Insekten durchaus anders, wie bei [illegible] athmenden Wirbelthieren. Hier vertheilt [illegible] durch Gefäße an alle Organe des Körpers [illegible] tritt in einem besondern, beschränkten [illegible] und wird durch den Blutstrom in alle [illegible] Körpers geführt. Bei den Insekten hingegen [illegible] das Blut frei alle Organe des Körpers [illegible] wird mittels eigener Gefäße durch die [illegible] hindurch zu den Organen geführt. [illegible] Wasser lebenden Insektenlarven sind die [illegible] weder in ihrer Zahl reducirt und auf [illegible] hängen angebracht, die aus dem Wasser [illegible] werden können, oder sie fehlen auch [illegible] diesem letztern Falle finden sich meist [illegible] Tracheenkiemen, d. h. häutige Verzweigungen [illegible] chen, federförmige Anhänge, seitliche [illegible] welchen die Tracheen sich verzweigen und [illegible] Man nimmt an, daß diese Hautanhänge [illegible] sofern als Kiemen fungiren, als die [illegible] zweigten Tracheen-Enden Luft aus dem [illegible] scheiden. Bei den Libellenlarven finden [illegible] eigenthümlich ausgebildete Tracheenkiemen [illegible] darme, in dem durch besondere Klappen [illegible]

ein beständiger Wasserstrudel unterhalten

mliche Absonderungsorgane fehlen nicht. ›ören außer den Harngefäßen (Malpighi'sche ›ist einzellige Hautdrüsen, Stinkdrüsen am :an den Gelenken, die Spinndrüsen der : an der Unterlippe ausmünden, die Gift- Stachel vieler Weibchen, die Wachs aus- Häutchen der Bienen u. s. w.

›chlechter sind getrennt und mit einigen ı, von denen später die Rede sein wird, r Männchen und Weibchen. Bei einigen haften lebenden Insekten kommen freilich Geschlechtslose vor, die aber stets nur e Weibchen sind, deren Eierstöcke und Be- rkzeuge auf derjenigen Stufe der Ent- stehen geblieben sind, welche sie in dem nde hatten. Bei den weiblichen Insekten stets zwei aus Röhren zusammengesetzte , die mittels kurzer Eileiter in die Scheide Die Eierstocksröhren zeigen äußerst mannich- hältnisse hinsichtlich ihrer Länge, Zahl und ı, kommen aber insofern in ihrem Baue s in ihren äußersten, meist spitz zulaufenden die Eier bilden, die in dem Maße ihres gegen die äußere Geschlechtsöffnung hin zunehmen. An der Scheide befinden sich ›enthümliche Anhänge, gewöhnlich in Form r Beutel, von welchen der eine, die Be- tasche, bei diesem Acte die männliche nimmt, während der andere, meist höher ge- hält die Samenthierchen beherbergt, die befruchtung in diese Samentasche hinüber- in welcher sie sich monatelang lebend er- besonders bei denjenigen Insektenweibchen, r Begattung überwintern und erst im Früh- legen, ist diese Samentasche, die nur selten g in Gestalt großer doppelter Spiralröhren Die Samenthierchen erhalten sich in diesen onatelang frisch und lebendig, sodaß durch ilige Begattung das Weibchen fähig wird, seines ganzen Lebens befruchtete Eier zu ßer diesen beiden Taschen finden sich meist r vor der Geschlechtsöffnung in mannich- se ausgebildete Drüsen, welche offenbar die sondern, aus denen die äußern Eischalen werden, und die man deshalb mit dem r Kittorgane bezeichnet hat.

nnlichen Geschlechtsorgane bestehen aus gen oder traubigen Hoden, deren Formen ıtlich mannichfaltig sind und die zuletzt in vielfach gewundene Samengänge einmünden, en mit seitlichen Samenblasen besetzt sind. telle wo beide Samenleiter zu einem einzigen ıge zusammenmünden, senken sich meistens enschläuche ein, deren Absonderung offenbar t, die Menge der Samenflüssigkeit zu ver- Diese besteht wesentlich aus haarförmigen erchen, die im Wasser sogleich erstarren und ı höchst eigenthümlicher Weise innerhalb der er in Fäden, Federn oder Bündeln gruppiren. en Insekten werden diese Samenthiergruppen nders von starren Schläuchen eingeschlossen, elleicht eine ähnliche Rolle spielen, wie die schinen mancher niedern Thiere.

egattung ist bei einer großen Zahl von der einzige Zweck ihrer Existenz im voll- Zustande. Viele Arten nehmen durchaus ıng während dieses Abschnitts ihres Lebens bei den meisten stirbt das Männchen unmittelbar oder kurze Zeit nach der Begattung, und das Weibchen, nachdem es die Eier gelegt hat. Die Begattungswerkzeuge selbst aber sind von sehr verwickelter Gestalt. Meist ist der Eingang der Scheide durch Hornleisten von eigenthümlicher Gestalt, deren Form bei jeder Art eine andere ist, klappenartig besetzt, und sehr oft gesellen sich bei den Weibchen zu diesen Klappen noch besondere Hornstücke, die bald eine gerade, bald eine säbelförmig gekrümmte Legescheide darstellen, durch welche die Eier tief in die Erde hineingesenkt werden können. Bei vielen Weibchen sind die verschiedenen Hornstücke, welche durch ihr klappenartiges Zusammenlegen diese Legescheide bilden, zum Anfeilen der Blätter oder zum Bohren von Löchern gezähnelt, sodaß sie eine wahre Legesäge bilden; bei andern sind die Stücke fein zugespitzt, sodaß sie damit verwunden und bei der Verwundung ein Ei durch den Legestachel in das Loch gleiten lassen können; noch bei andern endlich hat dieser Apparat nur seine verwundende Eigenschaft beibehalten und ist ein wahrer Giftstachel geworden, der mit einer besondern Drüse in Verbindung steht. Bei den männlichen Insekten ist die meist röhrenförmige Ruthe oft von sehr sonderbaren Leisten, Klappen und Zangen umstellt, deren eigenthümliche Vorsprünge denjenigen der harten Theile an den weiblichen Geschlechtsorganen genau entsprechen und auf diese Weise gewissermaßen die Bürgschaft für die unveränderte Erhaltung der Art bilden. In einzelnen Fällen (bei den Libellen) gibt es besondere eigenthümliche Organe zur Uebertragung des Samens in die weiblichen Geschlechtstheile.

Die Geschlechtsverschiedenheiten sind bei den Insekten außerordentlich groß, und nur selten wird man beide Geschlechter vollkommen übereinstimmend finden. Die Männchen sind fast immer bedeutend kleiner als die Weibchen, und häufig geflügelt, während die Weibchen flügellos sind. In andern Fällen ist die Zahl der Ringel an den Fühlern oder dem Hinterleibe verschieden. Verschiedene Körpertheile haben oft bei den Männchen eigenthümliche Auswüchse, Hörner und Dornen, von denen bei den Weibchen keine Spur zu sehen ist. Hier sind bei den Männchen die Kiefer ungeheuer entwickelt, dort die Fühlhörner durchaus anders gestaltet; bei diesen die Füße mit besondern Haftorganen versehen, oder mit Spitzen und Dornen besetzt, die den Weibchen gänzlich abgehen. Die Farben sind bei den Männchen meist weit lebhafter und oft so verschieden vertheilt, daß man aus den verschiedenen Geschlechtern sehr häufig verschiedene Arten machte, bis die Beobachtung der Begattung das Richtige kennen lehrte. Die Sorge für die Eier und die Nachkommenschaft ist stets den Weibchen allein überlassen. Viele Arten legen die Eier nur einfach dahin, wo sie vor Feinden soviel als möglich geschützt sind und wo die auskriechenden Larven ihren Lebensunterhalt finden können; andere aber bauen für die zukünftige Larve oft mit großer Anstrengung besondere Zufluchtsorte, und tragen dort den Proviant zu, dessen das junge Thier während der Larvenzeit bedarf. Die Arten, deren Larven schmarotzend im Innern anderer Thiere wohnen, wissen oft mit ungemeiner Schlauigkeit und Umsicht die vielfachen Gefahren zu vermeiden, welche ihnen von den durch sie bedrohten Thieren bereitet werden. Bei den höchsten Stufen finden wir eine mütterliche Sorgfalt, welche von keiner andern Klasse übertroffen wird, indem die jungen Larven und Puppen in gemeinschaftlichen Wohnungen erhalten, gefüttert und gepflegt und mit äußerster Hingebung gegen ihre Feinde vertheidigt werden. Diese Sorgfalt geht selbst

so weit, daß einzelne Arten den jungen Larven bei Verfertigung ihrer Puppen helfen und zur rechten Zeit wieder diese Puppen öffnen, um dem ausgebildeten Insekte seine Freiheit zu verschaffen.

Die meisten Insekten legen Eier; nur wenige Schmarotzerfliegen gebären lebendige Junge (Larven), und bei einer Gruppe derselben, den Pupiparen, verläuft selbst der ganze Larvenzustand im Innern der mütterlichen Organe, sodaß die Jungen als Puppen geboren werden. Die Eier der Insekten haben sehr verschiedene Formen und Farben; doch findet man meistens die Eiform oder Cylinderform vorwiegend. Zuweilen haben diese Eier eigenthümliche Fortsätze, Stiele oder Haken, welche meistens dazu dienen, sie an irgendeiner Fläche festzuhalten, ihr weiteres Einsinken im Schlamme z. B. zu verhindern. Bei den in Haufen oder Gesellschaften lebenden Arten werden auch meist die Eier schon im Beginn zusammengelegt und durch einen Kitt in bestimmter Art vereinigt. Oft sind mehrfache Hüllen vorhanden, die besonders bei den im Freien ausdauernden Eiern zuweilen eine bedeutende Härte zeigen und namentlich auch die Eier vor dem Einflusse des Frostes auf das kräftigste zu schützen scheinen. Wol an allen Eiern finden sich besondere Oeffnungen, Mikropylen, durch welche der Eintritt der Samenfäden in das Innere des Eies ermöglicht wird.

Außer der regelmäßigen Fortpflanzung durch befruchtete Eier finden noch, freilich selten, andere Fortpflanzungsarten statt; bei einigen Mücken (Cecidomyia, Heteropeza, Miastor) erzeugen die Larven in einem Keimstocke Keime, die sich allmählich zu Larven entwickeln auf Kosten der innern Organe der Mutterlarve, welche zuletzt nur einen hohlen Schlauch darstellt, aus welcher die Tochterlarven ausbrechen, um ebenso neue Generationen zu erzeugen oder sich zu verpuppen. Bei den Blattläusen finden sich im Sommer Weibchen, deren Begattungsorgane verkümmert sind, die aber in ihren Eierstöcken Eier erzeugen, welche ohne Befruchtung sich ausbilden und als lebendige Junge geboren werden. Erst im Herbst erscheinen Männchen und Weibchen, welche sich begatten und Eier erzeugen. Bei den Tannenläusen (Chermes) scheint sich hieran noch eine Doppelform der Individuen anzuschließen, schlankere Weibchen im Sommer, dickere im Winter, die beide ohne Befruchtung sich fortpflanzen. Bei vielen Insekten bedürfen die Eier der Befruchtung zur Entwickelung nicht (Parthenogenese), und bei einigen wirkt dieselbe bestimmend auf das Geschlecht ein, sodaß z. B. bei den Bienen aus den befruchteten Eiern Weibchen und Arbeiterinnen, aus den unbefruchteten Männchen (Drohnen) entstehen.

Bei der Entwickelung des Embryos im Ei, die meistens außerhalb des mütterlichen Körpers stattfindet, bildet sich eine Keimhaut, im Umfange des Eies, in welcher eine begrenzte Abtheilung, der Keimstreifen, umschrieben wird, welche die Anlage des Kopfes und der Bauchfläche darstellt. An den Rändern desselben lassen sich Einkerbungen, die Urseegmente, unterscheiden. Der Keimstreifen wächst immer weiter um den Dotter herum, und während die Ringel sich deutlicher abscheiden, sieht man in der Mittellinie eine Anhäufung festerer Substanz, welche dem Bauchmarke entspricht. Zugleich heben sich nun die Beine, die Fühlhörner, die Augen und die Mundwerkzeuge auf der untern Fläche der Embryonalscheibe deutlicher hervor, und man kann sich nun überzeugen, daß der Dotter der Rückenfläche des werdenden Insekts entspricht, und daß die Embryonalscheibe, von unten nach oben wachsend, den Dotter allmählich umschließt. Der Embryo ist deshalb anfangs, wo die Dottermasse [illegible] rücklings um dieselbe herumgebogen.

Die innern Theile werden auf die [illegible] beschreibende Weise gebildet und der [illegible] aufgezehrt, während der Embryo sich [illegible] ausbildet und nach und nach statt der [illegible] gebogenen Lage gerade die entgegengesetzte einnimmt. Die Füße und Kauwerkzeuge, Fühler, welche anfänglich warzenförmig [illegible] glichen, gliedern sich nach und nach [illegible] schnürungen und schlagen sich so ein, daß [illegible] gekrümmten Bauchfläche hart [illegible]. Das Rückengefäß entsteht erst sehr spät [illegible] wo sich die Embryonalschicht über dem [illegible] schlossen hat. Das junge Thier verläßt [illegible] wöhnlich mit dem Augenblicke, wo [illegible] Dottermasse aufgezehrt ist.

Nur bei wenigen Insekten zeigt das [illegible] geschlüpfte Wesen schon bis auf wenige [illegible] heiten Form und Verhältnisse des [illegible] Thiers; in diesem Falle sind aber [illegible] Unterschiede nicht größer als diejenigen, [illegible] zwischen einem neugeborenen Kinde und [illegible] findet. Das Insekt wächst nun bis zu [illegible] stimmten Größe aus, indem es sich von [illegible] häutet und mit jeder Häutung eine [illegible] Zustand mehr genäherte Form annimmt. [illegible] Häutungen ist eine Art kritischer Periode [illegible] das vorher sich sichtlich unwohl fühlt [illegible] standener Häutung mit verdoppeltem [illegible] Gewöhnlich springt die alte Körperhaut [illegible] holten Anstrengungen des Thiers in der [illegible] Nackens, und das Thier, dessen neue Haut [illegible] ist, zieht sich allmählich aus dieser Spalte [illegible] läßt die alte leere Haut zurück, an der [illegible] die innere Auskleidung des Anfangs der [illegible] stämme sowie des Schlundes und des [illegible] hängen sieht. Nach der letzten Häutung [illegible] das Thier fort und stirbt gewöhnlich kurz [illegible] dem es den Fortbestand der Art gesichert [illegible] Insekten, welche diesen Umlauf des Lebens [illegible] stehen auf der untersten Stufe in dieser [illegible] und werden Insekten ohne Verwandlung (Ametabola) genannt.

Eine zweite Gruppe, zu welcher die [illegible] Orthopteren und Neuropteren gehören, [illegible] eine größere Verschiedenheit zwischen dem [illegible] des aus dem Eie kriechenden Thiers und [illegible] kommenen Insektes. Indessen bezieht sich [illegible] schiedenheit nicht so sehr auf die allgemeine [illegible] Körpers, die etwa nur in denselben Grenzen [illegible] wie bei der vorigen Gruppe, als vielmehr [illegible] auf die Ausbildung der Flügel und der [illegible] gliederten Anhänge des Körpers. Die [illegible] kriechenden Thiere haben keine Spur von [illegible] zeigen oft weniger Ringe an den Füßen [illegible] Formen der Füße und ähnliche solche Verschiedenheiten. Man hat diese unvollkommenen Thiere [illegible] larven genannt. Bei den Häutungen [illegible] und nach Flügelscheiden, die unbeweglich [illegible] wachsen und aus denen endlich bei der letzten [illegible] das Thier die ausgebildeten Flügel hervorbringt, mit Flügelscheiden versehene Entwickelungsstufe [illegible] auch die Puppen genannt. Das Thier [illegible] Zeit seines Lebens und bewegt sich [illegible] larve wie als Puppe mit derselben [illegible] als vollkommenes Insekt. Man nennt [illegible] Insekten mit unvollkommener Verwandlung (Hemimetabola).

Bei der dritten, größten Gruppe [illegible]

dem Wesen, welches das Ei verläßt, das
e Insekt wieder zu erkennen. Man unter-
diesen Thieren drei verschiedene, scharf ab-
ustände, als Larve (larva), Puppe (pupa)
etes Insekt oder Bild (imago). Während
eit beschäftigt sich das Thier einzig mit der
; es frißt und wächst, indem es sich meistens
häutet; als Puppe verharrt es in meist
em Zustande, ohne Nahrung zu sich zu
s vollkommenes Insekt pflanzt es sich fort und
em es für seine Nachkommenschaft gesorgt hat.
ven haben meistens die Gestalt eines rund-
ems mit mehr oder minder deutlichen Ab-
viele sind durchaus fußlos, andere besitzen
kurze Füße, welche denen des vollkommenen
sprechen, noch andere (sogenannte Raupen)
er diesen noch falsche Füße, die an den
Körpersegmenten stehen und bei der Puppe
verschwinden. Die Körpersubstanz der
gewöhnlich weich, verhältnißmäßig viel
diejenige des vollkommenen Insekts, und
ft mit den mannichfaltigsten Anhängen und
n versehen. Viele sind durchaus glatt, andere
aaren, Stacheln oder Hörnern besetzt, manche
liche Anhänge, die beweglich sind und ent-
Gehen, oder zum Schwimmen dienen; im
lle sind es meist Borstenbüschel, welche die
der Bewegungsorgane vermehren. Der Kopf
n ist zuweilen, namentlich bei den Zwei-
benso weich und der Ausdehnung fähig, wie
en Körperringe, besitzt hingegen bei den
ine hornige Beschaffenheit und trägt bei
Mundwerkzeuge, die indessen oft ver-
erscheinen. Im allgemeinen sind Kauwerk-
Regel, Saugwerkzeuge die große Ausnahme
rwen; denn nicht nur die Larven aller kauen-
ten, sondern auch diejenigen der Schmetter-
der meisten Zweiflügler, die als Bilder
lauen während ihres Larvenzustandes; nur
n kopflosen Fliegenlarven und bei einigen
ern, die im Larvenzustande schmarotzen, zeigt
on weichen Wärzchen umgebene Mundöffnung,
ıfächlich nur zum Schlürfen von Flüssigkeit
rscheint. Von den früher beschriebenen Mund-
kommen die Kiefer fast durchgängig in
Gestalt vor, wie bei dem vollkommenen In-
namentlich unterscheidet man sehr leicht die
r pflanzenfressenden Larven durch ihre breite
nd ihre innern Zähnelungen von den scharfen
ern der Fleischfresser. Bei einigen Larven,
r letzten Gruppe gehören, sind die Kiefer bis
Spitze durchbohrt und keine eigentliche Mund-
vorhanden. Die Larven schlagen die haken-
Kiefer in den Leib ihrer Opfer und saugen
ch die Kieferkanäle die Körperflüssigkeit der-
n. Die Oberlippe fehlt öfter, hat aber sonst
, die sie bei dem vollendeten Insekt zeigt.
laden sind gewöhnlich vorhanden, meist aber
lförmig und ohne Lappen; die Unterlippe ist
s bei denjenigen Larven ausgebildet, welche
Puppenhülse spinnen, da sie in den meisten
die Oeffnung der Spinndrüsen trägt. Die
owol der Kinnladen als der Lippe sind ge-
nur sehr klein, kegelförmig und zweigliedrig.
ler scheinen weit häufiger zu fehlen und stehen
ich dem Munde weit näher als bei dem aus-
n Insekt; sie haben meist nur wenige Glieder
allen Fällen weniger als bei dem Bilde, und
bei vielen Larven willkürlich aus- und ein-
we rden, was keinem ausgebildeten Insekt mög-
lich ist. Keine Larve besitzt zusammengesetzte Augen; viele sind gänzlich blind und die meisten haben nur wenige einfache Augen, welche gehäuft zu beiden Seiten des Kopfes stehen und aus denen sich später die zusammengesetzten Augen des Bildes entwickeln.

Fast alle Larven, besonders aber die pflanzenfressenden, besitzen einen sehr großen und weiten Darmkanal, welcher fast die ganze Höhle des Körpers ausfüllt. Der Chylusmagen ist davon der größte Theil. Bei den Fleischfressern ist der Darmkanal im ganzen demjenigen der erwachsenen Insekten ähnlich, und wird es noch mehr während des Puppenlebens, wo er sich allmählich der bei dem Bilde vorkommenden Form annähert. Die Speicheldrüsen und Harngefäße sind bei den Larven meistens in derselben Weise wie bei den Bildern angeordnet; außerdem aber zeichnen sich die Larven, welche sich eine Puppenhülse spinnen, oder sich nur mit einigen Fäden befestigen, durch eigenthümliche Spinndrüsen aus, welche aus zwei langen gewundenen Schläuchen bestehen, die durch ein feines Löchlein in der Unterlippe ausmünden und besonders gegen das Ende des Larvenlebens in bedeutendem Grade entwickelt sind. Der klebrige Stoff, welchen diese Drüsen absondern, erhärtet an der Luft sogleich zu einem feinen Seidenfaden, den die Larve durch Drehungen und Wendungen des Kopfes so zu verweben weiß, daß das Gewebe die Puppe mehr oder minder einhüllt. Jedes Larvengespinst besteht demnach nur aus einem einzigen Seidenfaden, der abgesponnen werden kann, aber zu industriellen Zwecken viel zu fein ist. Außer diesen beiden Hauptorganen der Larven, dem Darmkanale und den Spinndrüsen, findet man noch das Rückengefäß meist in höherm Grade entwickelt als bei dem Bilde, und das langgestreckte Bauchmark, aus einzelnen distanzirten Knoten von fast gleicher Größe zusammengesetzt. Die Geschlechtsorgane sind in höchst rudimentärem Zustande vorhanden und bestehen hauptsächlich nur aus den innern, keimbereitenden Organen, die noch außerordentlich klein und schwer aufzufinden sind. Die meiste Verschiedenheit von dem Bilde zeigen die Athemorgane vieler Larven, welche im Wasser leben. Die an freier Luft lebenden Larven haben stets Stigmen und einfach verzweigte Luftröhren ohne blasenförmige Erweiterungen; zuweilen sind die Stigmen unter Falten verdeckt, in andern Fällen mit einer siebartig durchlöcherten Hornplatte verschlossen; bei vielen im Wasser oder im Schlamme lebenden Larven ist der Hinterleib zu einer Athemröhre ausgezogen, welche von den Larven an die Oberfläche des Wassers gebracht wird, sodaß sie von dort her unmittelbar Luft schöpfen. In dem Puppenzustande werden diese am Hinterleibe angebrachten Athemröhren meist in die Nackengegend versetzt. Die mit solchen Athemröhren versehenen Larven und Puppen müssen begreiflicherweise die Oeffnungen derselben stets an die Oberfläche bringen, um Luft schöpfen zu können, während dies bei den Larven nicht nöthig ist, welche sogenannte Tracheenkiemen besitzen. Es sind diese Organe zarte Hautfortsätze in Form von Büschelhaaren, Federn oder Blättchen, welche zu beiden Seiten des Leibes stehen, und in denen unter der zarten Hautbedeckung sich sehr dünne, geschlossene Luftröhren vielfach verzweigen. Bei andern Larven ist sogar die ganze, dünne Hautoberfläche gleichsam der Repräsentant dieser Kiementracheen, während besondere Anhänge dieser Art fehlen. Offenbar geht die Athmung mittels dieser nach außen geschlossenen Luftröhren in der Weise vor sich, daß die Luft durch die dünnen Hautüberzüge hindurch aus dem Wasser abgeschieden wird und nun in den Luftröhren circulirt.

Bei einigen Larven sind diese Tracheenkiemen sogar in dem weiten Mastdarme versteckt, der durch besondere Klappen befähigt ist, abwechselnd Wasser einzunehmen und wieder von sich zu geben.

Gegen das Ende des Larvenlebens, das bei vielen Arten nur wenige Tage oder Wochen, bei andern aber vieleJahre dauert — wie denn namentlich die im Holz und in der Erde lebenden Larven viel länger leben als diejenigen, die sich in faulenden Stoffen aufhalten —, bereitet die Larve ihre Umwandlung zur Puppe vor. Sie frißt nicht mehr, entleert den Darmkanal und sucht die zur Verpuppung geeignete Stelle auf. Die einen spinnen sich eine Hülle, die andern bohren einfach Löcher in die Erde oder verbergen sich in Mulm und unter faulenden Stoffen; viele bleiben noch eine Zeit lang in ihrer Hülle, die sie als Larve besaßen, bei andern springt die Larvenhaut unmittelbar auf, und die härtere Puppe tritt hervor. Vielen Puppen dient die eigene starre Larvenhaut als Hülle. Die Form der Puppe selbst ist sehr verschieden und ebenso ihre Beziehung zu dem künftigen Insekte. Bei den meisten Zweiflüglern findet man die sogenannten Tönnchenpuppen mit harter Bedeckung in Form eines Fasses oder eines Schiffchens und ohne die mindeste Beziehung zu der Gestalt des Bildes. Der Körper des Insekts, welcher sich in dieser Tonne ausbildet, erscheint meist ungemein zusammengepreßt, sodaß die ausgekrochene Fliege kaum zur kleinen Puppe zu gehören scheint und sichtlich nach dem Ausschlüpfen durch Einpumpen von Luft anschwillt. Bei andern erscheint die Puppe hart, eckig, aus hornigen Ringeln zusammengesetzt, gewöhnlich mit undeutlicher Sichtbarkeit der Füße und Flügel. Bei den am höchsten stehenden Insekten endlich sieht man unter der zartern Puppenhaut alle Theile des Bildes vollkommen ausgeprägt, sodaß das Ausschlüpfen des vollkommenen Insekts gleichsam nur eine Entfaltung der in der Puppe zusammengelegten Organe darstellt. Während des Puppenlebens, dessen Dauer verschieden ist, aber doch wol selten die eines Jahres übersteigt, bilden sich auf Kosten des Fettkörpers der Larven insbesondere die Geschlechtstheile aus, sodaß die meisten Bilder fast unmittelbar nach ihrem Ausschlüpfen befruchtungsfähig sind. Die früher gestreckte Ganglienkette des Bauchmarks verkürzt sich bei denjenigen Gattungen, welche verschmolzene Knoten besitzen, und der Darmkanal sowie die Mundwerkzeuge bilden sich aus der Larvenform zu derjenigen des Bildes um. Dieses erscheint endlich, indem es die Puppenhülse sprengt, in seiner definitiven Gestalt, anfangs mit weichen, verkrumpelten Flügeln, welche durch Eintritt von Blut und Luft sich strecken und erhärten.

Die Lebensweise der Insekten und ihrer Larven ist so mannichfaltig, daß keine allgemeine Schilderung davon gegeben werden kann. Es gibt fast keinen Stoff, von dem sich nicht Insekten nähren, keinen Ort, wo nicht welche wohnen. Direct nützlich sind dem Menschen nur höchst wenige, Heuschrecken und holzbohrende Käferlarven als Nahrung, Bienen zur Erzeugung von Wachs und Honig, und Seidenwürmer für Bekleidungsstoff; indirect sind einige fleischfressende Insekten nützlich (Laufkäfer, Ameisenlöwen, Blattlausfresser), indem sie schädliche Feinde vertilgen. Die größte Zahl der Larven besonders ist dem Menschen schädlich durch Vertilgung ihm werthvoller Gegenstände, Nahrungsmittel, Kleider, Holz, kurz alles, was benagt werden kann, oder auch als Schmarotzer auf seinem Leibe. Die geistigen Eigenschaften vieler Insekten stehen sehr hoch, und aus den Handlungen vieler läßt sich mit völliger Bestimmtheit nachweisen, daß sie mit Bewußtsein a
Thatsachen Schlüsse ziehen und sich dieselben
Wir nehmen folgende Ordnungen an:
Geradflügler (Orthoptera). Kau
theile; unvollkommene Verwandlung; Vorder
flügel der Länge nach gefaltet.
Urflügler (Archiptera). Kauende Mundtheile;
Unvollkommene Verwandlung; Flügel ausgestreckt; Kiemen tragende Larven.
Netzflügler (Neuroptera). Kauende Mundtheile;
vollkommene Verwandlung; Flügel
vorigen.
Fächerflügler (Strepsiptera). Mundtheile
Vorderflügel verkümmert. Weibchen
Käfer (Coleoptera). Kauende Mundtheile;
kommene Verwandlung. Vorderflügel
Hautflügler oder Immen (Hymenoptera).
Kauende Mundtheile; vollkommene Verwandlung; vier gleichartige Flügel.
Schmetterlinge (Lepidoptera). Saugende
Mundtheile; vollkommene Verwandlung; Flügel
farbig beschuppte Flügel.
Zweiflügler (Diptera). Saugende Mundtheile;
vollkommene Verwandlung; Hinterflügel
kümmert.
Halbflügler (Hemiptera). Saugende Mundtheile;
unvollkommene Verwandlung; zwei

Ordnung der Geradflügler (Orthoptera).

Insekten mit kauenden Mundtheilen, zwei paariger Unterlippe und unvollkommener Verwandlung. Vorderflügel verkürzt, Hinterflügel netzaderig und in der Länge nach gefaltet. Prothorax beweglich. Hinterleib festsitzend, nie ausgebildet.

Gruppe der Geselligen (Socialia). Hierher unsere Ameisen und Bienen, in Staaten, die von verschieden gestalteten Individuen gesetzt sind.

Familie der Termiten oder weißen Ameisen (Termitida). (Taf. 25, Fig. 1—8: Termes fugum von Bordeaux. Fig. 1 Arbeiter, Fig. 2 Soldat, Fig. 3 Larve im zweiten Stadium, Fig. 4 Larve erster Form, Fig. 5 Nymphe zweiter Form, Fig. 6 geflügeltes Insekt erster Form, Fig. 7 Männchen, Fig. 8 große trächtige Königin.) Bewohner heißer Länder, die in Gesellschaften ähnlich den Bienen und Ameisen leben, deren Lebensart man aber noch nicht so genau ermittelt hat. Sie sind kommenen Insekten, welche geflügelt sind, einen runden Kopf mit vorstehenden Augen, vier kurzen, rosenkranzartigen Fühlern und einer mit einer vierspaltigen, bis auf den Grund gespaltenen Lippe. Die Flügel sind äußerst zart, weich, schwachen Längsadern durchzogen, kleiner als die Stummeln und fallen bei beiden Geschlechtern ab. Die Tarsen sind viergliederig. Die Individuen haben einen länglichen Hinterleib, die jungfräulichen Weibchen. Nach der Begattung schwillt der Leib der letztern unförmlich und bildet endlich einen ungeheuern Sack, Hunderttausende von Eiern nach und nach legen. Die geflügelten Männchen und Weibchen haben Larven und Nymphen, zwei Formen, eine große und eine kleine; sie verlassen zu gewissen Zeiten den Stock, und begatten sich außen; die Weibchen werden zurückgebracht, und in der Wohnung nur ein solches Weibchen (Königin)

Zelle, während die Männchen zu Grunde
Außerdem finden sich in den Wohnungen
usende von Individuen, deren Körpergestalt
der Männchen (ohne Flügel) gleicht und
ers zum Arbeiten taugen. Diese Arbeiter
en runden Kopf mit deutlichen Augen und
stehenden Kiefern. Außer diesen die Larven
phen der zwei Geschlechtsformen. Endlich
Art von Individuen, von denen man noch
t weiß, ob es Geschlechtslose oder Larven
en einen großen cylindrischen Kopf ohne
nit spitzer Schnauze und langen, scharfen,
euzten Hakenkiefern. Sie sind weit weniger
als die Arbeiter, deren Thätigkeit sie zu be-
en scheinen. Sie vertheidigen besonders die
, weshalb man sie auch Soldaten genannt
beißen sich mit wüthender Energie fest, sodaß
zerstückeln kann, ohne daß sie losließen.
ermiten sind weit kleiner als unsere Ameisen,
t zahlreicher in ihren Wohnungen. Sie ar-
ständig unter der Erde, oder bauen sich dunkle
die von den Wohnungen aus nach den Orten
tigkeit führen. Sie nagen alles an, besonders
ene Pflanzenstoffe, Holz u. s. w., und zerstören
von innen heraus, sodaß man erst beim Zu-
rechen der vollständig ausgehöhlten Stämme,
. dgl. bemerkt, daß diese schädlichen Nager
euistet haben. Ihre Nester und Wohnungen
: meist von gekauter Erde, die schnell erhärtet.
lden sie kegelförmige Erhöhungen, die oft
ohe erreichen. Zuweilen werden die Nester
Baumästen angelegt, wo dann bedeckte Ga-
r Erde führen. Im Innern dieser ungeheuern
ndet man eine große halbrunde Zelle, die von
ruchteten Weibchen bewohnt wird und deren
so eng sind, daß das Weibchen sie nicht ver-
nnn. Es wird dort von den Arbeitern ge-
ind die von ihm gelegten Eier sogleich in be-
: Zellen geschafft, wo sie von den Arbeitern
werden. Die Zellen für die Eier und jungen
bestehen aus gekautem und zusammengeklebtem
Im Umkreis sind die Wohnzellen für Arbeiter
baten, und von hier aus gehen die Galerien
zen, anfangs schief abwärts und oft von einem
rchmesser nach allen Seiten hin, bis sie in
Entfernung an der Oberfläche vertheilt aus-
Die Termiten sammeln ebenso wenig wie die
Vorräthe ein. In Rochelle eingeschleppt, hat
t eine Art eingeheimst, bei welcher ebenfalls
rmen von Männchen und Weibchen vorkommen,
im Mai, größere im Herbst.

pe der eigentlichen Geradflügler (Ulonata).
n der Kinnlade. Lederartige Vorderflügel.

Läufer (Cursoria).

Schaben oder Kakerlaken (Blattida) haben
abgeplatteten, rundlichen oder linsenförmigen
und einen kleinen herzförmigen Kopf, der senk-
nter der Vorderbrust steht und meist ganz von
edt wird. Fühler sehr lang fadenförmig; Augen
Nebenaugen zwei, kaum bemerkbar. Kiefer sehr
breit, mit vier bis sechs Zähnen am Innen-
Kinnladen behaart, Helm oval; Ladentaster
eberig; Unterlippe ganz gespalten, Lippentaster
eberig, Brust schildförmig, fast dreieckig, Vorder-
sehr breit, dünn, mit dünnerm Innenrande;
lügel groß, dreieckig; beide meist sehr verschieden
iden Geschlechtern. Eine Gattung (Polyzostera)
ng flügellos; bei andern (Heterogamia) haben
nur die Männchen Flügel. Bei den eigentlichen Schaben (Blatta; Periplaneta) sind beide Geschlechter geflügelt. Füße — Schreitfüße — alle gleich; Tarsen fünfgliederig, mit zwei Krallen und Fußballen dazwischen. Am Hinterleibe seitlich gegliederte, stachelartige Anhänge. Unangenehme, nächtliche Thiere von schwärzlicher Farbe, die sehr schnell laufen, das Licht fliehen, äußerst gefräßig sind und sich von trockenen Pflanzenstoffen, besonders aber von allen Arten trockener Nahrungsvorräthe für Menschen ernähren. Sie suchen deshalb vorzugsweise Häuser und warme dunkle Schlupfwinkel auf. Einige Arten haben sich über die ganze Erde verbreitet. Zu diesen gehört unsere Küchenschabe, Blatta orientalis (Taf. 25, Fig. 9, das Männchen). Die Eier werden noch im Leibe der Mutter zu vierzig und mehr von einem besondern lederartigen Cylinder eingeschlossen und in dieser Hülle gelegt.

Schreiter (Gressoria).

Die Familie der Gespenstschrecken (Phasmida). Thiere mit oft langgestrecktem, stabförmigem Leibe, von seltsam sparrigem, ungelenkem Ansehen, meist von bedeutender Größe. Kopf eirund, nach vorn gerichtet; Augen klein aber stark vorstehend, kugelig; Nebenaugen meist undeutlich. Oberlippe groß, tief ausgeschnitten; Kiefer klein, gezähnelt; Unterlippe viertheilig, bis auf den Grund gespalten; Lippentaster groß, dreigliederig; Kinnladentaster fünfgliederig. Fühler fadenförmig, stets kürzer als der Leib. Flügel fehlen oft gänzlich; obere fast stets sehr kurz, sodaß die Unterflügel noch immer ein oberes lederartiges Deckfeld haben. Beine meist lang und dünn, alle zum Gehen eingerichtet; die hintern Schenkel sind nicht dicker als die vordern, oft aber alle mit blattartigen Lappen und Leisten verziert. Die flügellosen Larven zeigen meist diese Anhänge und Stacheln weit stärker entwickelt. Tarsen fünfgliederig. Träge Insekten der tropischen Gegenden, die sich in Gefahr steif machen, nur von Pflanzen leben und, wie das Wandelnde Blatt (Phyllium siccifolium, Taf. 25, Fig. 11), täuschend in der Ruhe dürren Blättern oder Stäbchen Holz ähnlich sehen.

Fangheuschrecken (Mantida). Körper langgestreckt; Kopf klein, senkrecht gestellt; drei deutliche Nebenaugen; Augen sehr vorstehend; Fühler meist fadenförmig oder selbst doppelt gekämmt. Kiefer klein, aber sehr stark und vielfach gezähnt. Unterlippe vierlappig. Der merkwürdigste Theil des Körpers ist die Vorderbrust, die meist sehr lang, dünn, dachförmig ist und halb aufgerichtet getragen wird, indem an ihrem vordern Theile die Greiffüße sitzen. Flügel meist groß, den Hinterleib ganz deckend. Füße sehr verschieden gestaltet; das erste Paar ist sehr groß, die Hüfte sehr lang; der Schenkel lang, dünn, hoch; an seiner hintern Seite mit einem Falze versehen, an dem Stacheln sitzen und in welchen die ebenfalls gezähnelte und gestachelte Schiene wie eine Taschenmesserklinge eingeklappt werden kann. Diese Füße werden beim Gehen stets erhoben und eingeschlagen getragen, sodaß man glaubte, die Insekten gingen in betender Stellung einher. Sie leben aber nur vom Raube, beschleichen ihre Beute oder verfolgen sie im Fluge und fangen sie zwischen den Scheren der Greiffüße, worin sie auch das Thier beim Fressen halten. Die Fangheuschrecken sind sehr gefräßig, zornig, greifen sogar kleine Eidechsen und ähnliche Thiere sowie einander selbst mit äußerster Wuth an und sind besonders ausgezeichnet durch ihren beweglichen Kopf, den sie beständig nach allen Richtungen hin drehen, um nach Beute zu spähen. Meist in südlichen Gegenden, nur eine Art, das Weinhähnel,

Gottesanbeterin (Mantis religiosa, Taf. 25, Fig. 10), geht nördlich in Deutschland bis zur Mainlinie.

Springer (Saltatoria). Die Schenkel der hintern, langen Sprungbeine verdickt.

Familie der Grabschrecken oder Grillen (Gryllida). Die Fühler sind sehr lang, fein, borstenförmig, in Höhlen eingelenkt; das mittlere Nebenauge verschwommen, die beiden seitlichen deutlich; die Vorderflügel liegen in der Ruhe horizontal auf dem Hinterleib auf und sind weit kürzer als die Flügel, welche meist breit aber ungefärbt sind und riemenförmig oder in Spiralform aufgerollt auf dem Leibe liegen. Den Ameisenheimchen (Myrmecophila) fehlen die Flügel durchaus. Die Füße sind sehr verschieden gestaltet, obgleich stets mit dreigliederigen Tarsen versehen. Bei den einen sind die Vorderfüße gewöhnlich, bei den andern sind sie außerordentlich verbreitert, kurz, dick, schief nach außen gestellt und zu mächtigen Grabwerkzeugen umgestaltet; bei einigen sind die Hinterfüße außerordentlich lang und unübertreffliche Springwerkzeuge (Tridactylus), bei andern schwächer. Die Männchen haben auf der Rückseite der Flügeldecken vorstehende unregelmäßige Rippen, welche sie heftig aneinanderreiben, wodurch das laute Geschrille der Thiere entsteht. Alle diese Schrecken nähren sich von Pflanzen und leben in Erdlöchern, Ritzen und Spalten. Die Maulwurfsgrille (Gryllotalpa, Werre, Riedwurm; Taf. 25, Fig. 13) gehört hierher. Das Weibchen legt seine Eier im Juni ½ Fuß tief unter die Erde in Wiesen; die Larven, die kleinen Ameisen gleichen, bleiben anfangs zusammen und zeigen ihre Gegenwart durch runbliche, gelbe Flecken an, wo sie die Graswurzeln zerfressen haben; sie überwintern zerstreut und vollenden ihre Entwickelung im Mai des nächsten Jahres. Die Heimchen (Gryllus) im Felde und in Häusern (Acheta domestica, Fig. 12), die Ameisenheimchen (Myrmecophila) in Ameisenhaufen.

Die Laubschrecken, Heupferde (Locustida), unterscheiden sich von den Grillen durch einen weit längern Körper, durch ihre sehr feinen und langen Fühlhörner, durch die langen Flügeldecken, welche nicht horizontal, sondern dachförmig in der Ruhe liegen und die Unterflügel fast stets gänzlich decken, sowie durch die viergliederigen Tarsen, die mit breiten, herzförmigen doppelten Fußballen versehen sind. Beide Geschlechter sind gleich groß; die Männchen haben in dem aufliegenden Theile der rechten Flügeldecke einen runblichen durchsichtigen Spiegel, von einem ringartigen erhabenen Nerven umgeben und im linken Flügel, der meist auf dem rechten liegt, an der entsprechenden Stelle stark vorspringende Rippen. Beide Theile werden mit großer Schnelligkeit aufeinandergerieben und erzeugen so das Singen. Die Weibchen haben einen langen, meist gekrümmten Legesäbel. In Wäldern und Gebüschen, auf trockenen Wiesen; springen weit besser als die vorigen; brauchen die Flügel meist nur als Fallschirme; fressen Laub und Gräser, werden aber selten durch ihre Zahl schädlich.

Die Schnarrschrecken, Feldheuschrecken (Acridida). Körper kürzer, gedrängter; Fühler kurz, stets kürzer als der Körper. Die Punktaugen sind meist sehr deutlich; die Stirn dreieckig, oft zwischen den Augen spitz vorstehend. Das Gehörorgan, welches bei den beiden vorigen Unterfamilien in den Schienen der Vorderbeine liegt, findet sich hier am ersten Bauchringe dicht über den Hüften.

Die Legescheide des Weibchens besteht nicht aus seitlichen, sondern zwei obern und zwei untern Stücken. Die Tarsen sind dreigliederig; die Sprungbeine meist sehr stark; die Flügel groß, mächtig, [illegible] färbt; die Stimme wird dadurch hervor[illegible] die Männchen mit den rauhen Hinterschenkeln [illegible] rande der Flügeldecken geigen. Die Thiere [illegible] gern und leicht und vereinigen sich oft in [illegible] Zu ihnen gehört die Wanderheuschrecke [illegible] migratorium, Taf. 25, Fig. 15) der südlichen [illegible] deren Heere wolkenartig heranziehen und [illegible] unsagliche Gefräßigkeit und zahllose Ma[illegible] Schaden anrichten.

Gruppe der Hautflügler (Dermatopte[illegible] flügel doppelt eingeschlagen.

Familie der Ohrwürmer (Forficulida[illegible] meine Ohrwurm, Forficula auricula[illegible] Fig. 16). Der Körper ist langgestreckt, schmal [illegible] leib nur im Anfange von den kurzen Flügel[illegible] Der Kopf rundlich oder dreieckig; die Fühler [illegible] fadenförmig, aus 12 bis 40 Gliedern zu[illegible] die Augen klein, kreisrund, die Nebenau[illegible] Der schief nach vorn gerichtete Mund zeig[illegible] runde Oberlippe, dreieckige, innen schar[illegible] zwei Hakenzähnchen besetzte Kiefer; [illegible] zähnige Kinnladen mit schmalem Helm [illegible] gliederigen Tastern, deren erste beide Glie[illegible] sind und eine bis zum Grunde gespalten [illegible] mit dreigliederigen Tastern. Die Flügeldecke[illegible] kurz, lederartig; die Unterflügel bestehen [illegible] schmalen, lederartigen Stück, etwas kürzer [illegible] Flügeldecken, an welchem ein großes, halbkre[illegible] von durchsichtiger Haut gebildetes Stück be[illegible] Dieses häutige Flügelstück legt sich fächer[illegible] sammen, und zwar stoßen die Falten am [illegible] des Lederstücks zusammen, sodaß also [illegible] ganz der bei den Ulonaten gewöhnlichen [illegible] Der gefaltete Fächer knickt sich aber noch [illegible] in der Mitte ein, wie dies bei den Käfern [illegible] und der so eingeknickte Flügel wird nun [illegible] Lederstück des Unterflügels geschoben, sodaß [illegible] flügel in der Ruhe ein dreifach zusammen[illegible] Packet bildet, das den größten Theil des [illegible] freiläßt und ganz unter der Flügeldecke [illegible] Beine sind schwach, die Tarsen dreigliederig, [illegible] glied mit zwei Krallen, zuweilen auch mit [illegible] Ballen versehen. Der Hinterleib der Männ[illegible] neun gleichgroße, der des Weibchens sieben [illegible] zwei rudimentäre Ringe und ist am Ende [illegible] gebogenen Zange bewaffnet, die beim Männ[illegible] länger und gezähnelt ist.

Die Ohrwürmer sind sehr unschädliche [illegible] gern dunkle Schlupfwinkel aufsuchen, sich von [illegible] süßen Pflanzensäften nähren und erst [illegible] werden. Die Mutter schützt mit ihrem [illegible] die Eier als auch die Larven, die den Al[illegible] die fehlenden Flügel sehr ähnlich sehen.

Gruppe der Nager (Corrodentia). [illegible] Flügelpaare gleichartig, mit wenigen Adern, [illegible] sammenfaltbar.

Die Bücherläuse (Psocida), Holzläu[illegible] lineatus (Taf. 25, Fig. 17) haben einen [illegible] vorquellende Augen, borstenförmige, kurze [illegible] im Dreieck stehende Nebenaugen. Die Flügel [illegible] weder sehr groß, häutig, durchsichtig, mit [illegible] artigen Adern durchzogen, oder fehlen ganz [illegible] leib kurz; Füße dünn, lang; Tarsen nur [illegible] Die Kauwerkzeuge sind schwach, die Kiefer [illegible] Kinnladenpalpen dick, cylindrisch, fünfgli[illegible] Lippentaster sehr dünn. Kleine, weiche, [illegible] sekten, die an dunkeln Orten leben; unter [illegible]

ern und Sammlungen werden besonders häufig gefunden.

igen Familie stehen sehr nahe die Em- ibida), vereinzelt lebende südliche Insekten enden Flügeln, die auf keinem Stummel eschwollenen Füßen, dreigliederigen Tarsen eispaltiger Unterlippe.

ende Gruppen von zweifelhaftem Charakter.

ilie der Blasenfüße (Physopoda) besteht , höchstens eine Linie langen Insekten, die lumen, Blättern, Baumrinden leben, schnell t umherlaufen und ziemlich behend springen, den umgeschlagenen Hinterleib in ähnlicher die Poduren ihre Springgabel als Schnell- en. Der Leib ist lang, schmal, flach; der cht gestellt, der Mund nach unten gerichtet; achtgliederig, fadenförmig; hinter ihnen im Dreieck gestellte Nebenaugen; die Augen vorragend. Mundtheile im ganzen einen Rüssel bildend; Oberlippe dreieckig; Kiefer ig; Kinnladen klein, an die große Unter- wachsen; Lippen- und Ladentaster zwei- bis g. Flügel schmal, lanzettförmig, am Rande langen Haaren besetzt; Vorder- und Hinter- ; gleich, durchsichtig, nur mit parallelen . Beine kurz, die Tarsen nur zweigliederig te Glied mit einem runden Saugnapf ver- e Spur von Klauen. Sie nagen besonders nut der Pflanzen und Blumenblätter ab. lbete Art, die sehr vergrößert ist (der Ge- lasenfuß, Thrips cerealium, Taf. 25, ut als Larve und vollkommenes Insekt dem Schaden.

der Springschwänze (Thysanura). Flügel- ikroskopischen, oft metallglänzenden Schuppen n besetzt, einfache, zu Gruppen zusammen- ugen, mit Borsten oder Springgabeln am Körpers.

nilie der Gabelspringer (Podurida) ver- Anzahl kleiner, meist schlanker, flügelloser die man an feuchten, schattigen Orten, auf r und selbst auf Schnee und Eis in großen ısammenfindet. Der Kopf ist stets deutlich bgerundet, dreieckig oder etwas länglich und chen, borstenförmigen, kurzen, meist vier- Fühlern versehen, hinter denen auf vor- Wülsten jederseits sechs bis acht einfache einer Gruppe vereinigt stehen. Die Mund- werden von zwei großen Lippen gebildet, Mundöffnung gänzlich schließen und die Kauwerkzeuge bedecken; diese bestehen aus n, gezähnelten Kiefern und zwei hakig ge- ebenfalls gezähnelten Kinnladen, mittels Thiere ihre Nahrung, zarte Pflänzchen und flanzenstoffe, zerkleinern; Taster fehlen durch- r ganze Körper ist mit einzeln stehenden nd sehr feinen, oft metallglänzenden Schupp- kt, die sich sehr leicht abstreifen. Die Füße schlank und behaart. Außer ihnen besitzen meisten Gabelspringer kin höchst eigenthüm- vegungsorgan, in Gestalt zweier gabelförmig Borsten, die an dem hintersten Gliede des s auf einem besondern Gelenknopfe stehen. ch wird diese Springgabel beim Gehen wag- h hinten gestreckt; sobald aber das Thier will, so schlägt es die Gabel unter den nd indem es sie plötzlich wie eine Feder los- läßt, schleudert sich das Thierchen oft fußweit fort. Außer dieser Springgabel, die nur sehr wenigen Arten fehlt, besitzen manche dieser Insekten noch ein eigenthümliches Haftorgan, das in Form eines klebrigen Knopfes oder zweier langer, beweglicher Schläuche aus der Unterfläche des Hinterleibes hervortritt und zum Anheften an glatten Flächen dient.

Die abgebildete, stark vergrößerte Art (der Gletscherfloh, Desoria glacialis, Taf. 25, Fig. 23) findet sich auf den Gletschern unter Steinen und auf den Wasserlöchern.

Den vorigen nahe verwandt ist die Familie der Zuckergäste (Zuckergast, Lepisma saccharina, Taf. 25, Fig. 22), kleine, meistens silberglänzende Thierchen von spindelförmiger Gestalt, deren Körper überall dicht mit feinen mikroskopischen Schüppchen bedeckt ist und stets aus vierzehn deutlichen Ringeln besteht. Der Kopf ist meist klein, tief unter dem ersten Halsringe verborgen, die Brustringe in der Gestalt nicht von den Ringen des Hinterleibes verschieden. Die Fühler sind lang, borstenförmig, aus vielen Gliedern zusammengesetzt; die einfachen Augen in bedeutender Zahl auf zwei seitlichen Haufen vereinigt. Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei kleinen hakenförmigen Kiefern, kleinen dünnen Kinnladen, die aber sehr lange, vielgliederige, wie ein zweites Paar Fühlhörner vor dem Kopfe vorstehende Taster tragen, und einer Unterlippe mit kurzen viergliederigen Tastern. Am Hinterleibe der Thiere befinden sich vielfach geringelte lange Borsten, mittels deren eine Gattung in ähnlicher Weise wie die vorige Familie springt. Die Thiere finden sich unter dem Moose, auf Steinen und auch in den Häusern, schweifen aber besonders bei Nacht umher.

Die Familie der Pelzfresser (Mallophaga), welche auf Säugethieren und Vögeln schmarotzt, durchaus flügellos und im äußern Ansehen den Läusen ähnlich ist, zeigt einen deutlich abgesetzten Kopf von dreieckiger oder halbrunder Gestalt, der oft mit sonderbaren Spitzen besetzt ist. Die Fühler sind fünfgliederig, die Mundwerkzeuge zum Kauen eingerichtet. Sie haben nämlich zwei deutliche, hakenförmige Kiefer, welche von oben und unten durch zwei breite Lippen bedeckt sind. Bei einigen Gattungen sind außerdem noch dünne, schwache Kinnladen mit kurzen, zweigliederigen Tastern vorhanden; andern Gattungen fehlen nur die Taster, oder auch die Kinnladen selbst. Die Füße sind meist schlank, gewöhnlich mit kurzen, einfachen Krallen bewaffnet. Die Thierchen laufen sehr schnell zwischen den Federn und Haaren ihrer Wohnthiere umher; sie nähren sich niemals von Blut, sondern fressen den feinsten Flaum und die jungen sprossenden Haare ab; nach dem Tode des Vogels sammeln sie sich meistens an den nackten Körperstellen um Schnabel und Augen an und verlassen den Leichnam beim Erkalten. Man hat besonders auf den Vögeln eine ungemein große Anzahl von Gattungen und Arten dieser Familie gefunden.

Die abgebildete Art (Federlaus, Philopterus falcicornis, Taf. 25, Fig. 24) schmarotzt auf dem Pfau.

Ordnung der Urflügler (Archiptera).

Insekten mit kauenden Mundtheilen, gespaltener Unterlippe, frei beweglichem Prothorax und vier gleichmäßig ausgebildeten, meist reich gegitterten Flügeln. Die Larven, den ausgebildeten Insekten sehr unähnlich, leben alle im Wasser und besitzen entweder äußere oder innere, im Mastdarm angebrachte Tracheenkiemen. Sie verwandeln sich in das vollkommene Insekt, ohne einen ruhenden Puppenzustand durchzumachen.

Diese Ordnung bildet gewissermaßen ein Verbindungsglied zwischen den Gerad- und Netzflüglern, und mögen die Insekten, welche ihr angehören, dem Urzustande vielleicht am nächsten stehen, sodaß sie eine Art Stammgruppe bilden.

Die Florfliegen (Perlida) haben einen großen, breiten Kopf, vorstehende Augen, lange borstenförmige, weit voneinander auf der Stirn eingelenkte Fühler; sehr schwache Kauwerkzeuge, häutige kleine Kiefer, dagegen lange vorragende innere und äußere Kinnladenpalpen und Lippentaster. Die Flügel werden in der Ruhe gefaltet und übereinandergelegt, sodaß das Insekt sehr schmal aussieht; sie haben mehr Netzadern als bei den vorhergehenden Familien. Die Füße sind lang, fein, die Tarsen nur dreigliederig, mit einem Ballen zwischen den Klauen versehen. Der Hinterleib trägt zwei mehr oder minder lange Anhänge. Die vollkommenen Insekten leben von Blumensäften; die Larven halten sich besonders gern in fließenden Gewässern unter Steinen auf, haben große hakige Kiefer und seitliche haarförmige Tracheenkiemen an den Seiten des Hinterleibes, die bei einer Gattung (Pteronarcys) sogar bei dem vollkommenen Insekt als seitliche Fäden überbleiben. Uferfliege, Perla bicaudata, Taf. 25, Fig. 18.

Bei den Eintagsfliegen (Ephemerida) sind die Kauwerkzeuge fast gänzlich verkümmert, sodaß sie kaum zu erkennen sind, namentlich fehlen die Kiefer gänzlich. Die Thiere leben kaum einen Tag als Bilder und fressen während dieser Zeit niemals, sondern häuten sich noch einmal nach dem Verlassen der Puppe, begatten sich dann abends, wo sie oft in ungemein zahlreichen Schwärmen an den Gewässern erscheinen, legen ihre Eier und sterben am nächsten Morgen. Die Fühler sind sehr kurz, dreigliederig, borstig; die Vorderflügel, weit größer als die Hinterflügel, werden in der Ruhe aufrecht getragen; die Vorderfüße sehr lang, dünn; die Tarsen viergliederig. Der sehr weiche Hinterleib trägt zwei oder drei sehr lange Haarborsten. Die Larven leben zwei bis drei Jahre im Wasser, haben deutliche hornige Kiefer und zu beiden Seiten große Büschel von Tracheenkiemen, die zugleich als Ruder dienen. Die fressenden Nymphen unterscheiden sich von den Larven nur durch die Rudimente der Flügel.

Die abgebildete Art, auch unter dem Namen Uferaas bekannt (Eintagsfliege, Ephemera vulgata, Taf. 25, Fig. 19), verpestet in wasserreichen Gegenden die Luft durch ihre faulenden Massen.

Die letzte Familie dieser Ordnung ist die der Wasserjungfern (Libellulida), (Libelle, Libellula depressa, Taf. 25, Fig. 20), bekannt wegen ihrer schlanken Gestalt und den meist schönen, durchsichtigen Schillerfarben, welche ihre Flügel zieren. Der Kopf ist groß, breit; die Augen ungeheuer, meist in großer Ausdehnung auf dem Scheitel genähert. Die Fühler sind kurz, borstenförmig, kürzer als der Kopf, meist siebengliederig, zwischen oder vor den Augen eingesetzt; an ihrer Basis stehen drei Punktaugen. Die Kauwerkzeuge sind ungemein entwickelt und äußerst scharf gezähnt, in Uebereinstimmung mit der räuberischen Lebensweise der Thiere. Die Oberlippe ist groß; die Kiefer dick, kurz, oben hakig, weiter hinten gezähnelt; die Kinnladen innen haarig, an der Spitze mit einem krummen Hornzahne und darunter mit fünf in zwei Reihen gestellten langen Hornzähnen bewaffnet (deshalb nannte man diese Familie auch Odonata); Kinnladentaster dick, borstig. Unterlippe groß, fein gespalten; die beiden Lippentaster in zwei häutige Seitenflügel umgewandelt, welche die Kauwerkzeuge von der Seite decken. Mittelbrust groß, hoch, faltig; Flügel lang, durchsichtig, fein gegittert, in [illegible] geschlagen. Beine kurz, schlank, [illegible] besetzt. Hinterleib lang, schmal mit [illegible] versehen. Die Geschlechtstheile dieser [illegible] eigenthümlich gebildet. Die Ruthe [illegible] die mit einer offenen Samenblase in [illegible] ist außer aller Verbindung mit den [illegible] am Anfang des Hinterleibes unter de[illegible] sodaß die Männchen, deren Samenleit[illegible] Leibes, am After, münden, erst die Sa[illegible] müssen, um sich begatten zu können. [illegible] bald dies geschehen ist, mit der Zan[illegible] leibes die Weibchen im Nacken, die d[illegible] leib gegen die Brust des Männchens [illegible] befindliche Ruthe krümmen. Die La[illegible] Wasser und zeichnen sich durch eine [illegible] liche Bildung der Unterlippe aus, [illegible] Maske das ganze Gesicht von unten [illegible] wie ein Storchschnabel auseinanderge[illegible] geschoben werden kann, um als Fangw[illegible] Die vollkommenen Insekten fliegen [illegible] und sind gefährliche Räuber kleinerer [illegible]

Ordnung der Netzflügler (Ne[illegible]

Insekten mit beißenden Mundt[illegible] verschmolzener Unterlippe, frei [illegible] Prothoren, vier häutigen, mei[illegible] gitterten Flügeln und vollkom[illegible] morphose.

Der Körper ist meist langgestreckt, [illegible] einigen nur sparsam geadert. Die [illegible] mannichfache Uebergänge von einer [illegible] geführten Spaltung bis zu vollständige[illegible] zu einer Platte. Die Larven sind [illegible] gebildet; die im Wasser lebenden haben [illegible] kiemen, welche den auf dem Lande [illegible] fehlen; viele haben kräftige, kauende [illegible] andern sind die Mandibula zu Saugzangen [illegible] groß, spitz und der Länge nach durchbo[illegible] im Schlunde zusammenlaufend. Die [illegible] ven schlagen diese Saugzangen in den [illegible] Insekten, welche sie aussaugen. Die [illegible] kommen geschlossen, zeigt alle Theile des [illegible] Insekts, frißt nicht, bewegt sich aber [illegible] zum Ausschlüpfen des Insekts gerin[illegible] ständig auf.

Familie der Plattflügler (Plan[illegible] senkrecht gestellt, Augen halbkugelig [illegible] keine Nebenaugen; Fühler faden- oder [illegible] Unterlippe mit dreigliederigen Tastern. [illegible] Vorder- und Hinterflügel fast gleich. [illegible] nicht faltbar, in der Ruhe flach auflie[illegible] schlank. Die entwickelten Insekten sch[illegible] fliegen (Hemerobius), theils Libellen [illegible] oder selbst Schmetterlingen (Ascalaphus) [illegible] Larven alle mit Saugzangen, vom K[illegible] spinnen sich einen Cocon mit dem [illegible] organe umgewandelten Mastdarme. [illegible] uns nicht seltene Ameisenlöwe (Myr[illegible] Taf. 25, Fig. 26 das ausgebildete In[illegible] Larve in ihrem Trichter). Die platte [illegible] des Ameisenlöwen, deren Kopf und [illegible] klein sind, während die beiden Hinte[illegible] mit dem breiten Leibe verschmolzen [illegible] einem vor Regen geschützten Orte, [illegible] Dachtraufen und Steinen im Sande [illegible] Loch an, in dessen Grunde sie mit aus[illegible] zangen lauert; kleine Insekten, welche [illegible] werden augenblicklich erfaßt und ihr [illegible]

hleunigt, daß ihnen der Ameisenlöwe eine
ınd von unten her mit den Kiefern anwirft.
n der spangrünen, ekelhaft stinkenden Erd-
emerobius), die lange, spitz endende Fühler
ıd langgestreckt, mit kurzen, breiten Saug-
ıd langen Kinnladentastern und unter dem
attlauslöwen bekannt, da sie, auf Gewächsen
belnd, sich von Blattläusen nähren.

der Sumpflibellen (Sialida), kleine Netz-
t kleinem Kopf ohne vorspringenden Mund,
nigen Fühlern, deutlichen Kiefern, die innen
ı schwachen Nebenzahn haben, scharfen Kinn-
kurzen viergliedrigen Tastern und einfacher,
ıekerbter Unterlippe, die nur sehr kurze Taster
ie Flügel sind fast gleich; die Tarsen fünf-
Jn Amerika gibt es riesenhafte Gattungen
:); hier nur kleine Thiere, deren Larven im
:ben, seitliche Büschel von Tracheenkiemen
d aus Eiern hervorkommen, die in braunen
ıufen abgelegt werden.

chnabelfliegen (Panorpida) (Skorpion-
ıorpa communis, Taf. 25, Fig. 28) haben einen
ıabelförmig verlängerten Kopf, borstenförmige
ıe Fühler, die zuweilen federartig sind, drei
en, schneidende Kinnladen und vier Taster,
ı die Ladentaster vier- bis fünfgliederig, die
ter zwei- bis dreigliederig sind. Füße und
echseln sehr in dieser Familie; erstere haben
fünf Tarsalglieder, sind aber bald sehr lang
elig, wodurch die Thiere den Schnaken ähn-
, bald kurz und haarig; die Flügel sind meist
g geadert und einander gleich, zuweilen aber
leich, die hintern lang ausgezogen, ja es
tungen, wo die Weibchen ganz ungeflügelt

ie der Kamelfliegen (Raphidida), Kopf
klein; vorn breiter, hinten schmäler; Augen
rgequollen; Fühler kurz, borstenförmig; Kiefer
ıß, krumm gebogen, mit zwei scharfen Zähnen
ınrande unter der Hakenspitze (Kamelhals-
thaphidia crassicornis, Taf. 25, Fig. 27); Laden-
ı, viergliederig. Vorderbrust sehr lang, schmal,
ıg ausgezogen; trägt bei einer Gattung (Man-
ıaubfüße, die ganz in ähnlicher Weise gebaut
: die der Fangheuschrecken; Flügel gleich, fein
, fast von gleicher Größe. Die Larven sind
ıebend, leben an Baumrinden vom Raube und
sich einen groben Cocon.

folgende Familie ist auch unter dem Namen
arflügler (Trichoptera) als Unterordnung
ieden worden.

Familie der Schmetterlingsfliegen (Phry-
, hat einen kleinen, etwas gebeugten Kopf,
orstenförmige Fühler, mittelgroße Augen und
ıenaugen, von denen zwei zwischen den Augen,
oischen den Fühlern steht. Die Kauwerkzeuge
ıs verkümmert; die Kiefer fehlen ganz; die
en sind in der Mitte verwachsen, tragen aber
neist fünfgliederige Taster beim Weibchen, wäh-
ıs Männchen oft nur drei oder vier Glieder
hat. Die Unterlippe ist schmal gekerbt, die
aster kurz und dreigliederig. Die Flügel sind
lets am Rande behaart, mit feinen Längsadern
ı, die keine netzartige Verzweigung zeigen; die
werden fächerartig gefaltet; die obern bilden
Ruhe ein Dach, sodaß die Thiere manchen
Nachtschmetterlingen entfernt ähneln. Füße
arfen fünfgliederig. Am Hinterleibe der Weib-
ıdet sich eine rundliche, ziemlich bedeutende,
ni gen Klappen umgebene Grube, worin sie Eier-

packete herumtragen. Die Larven leben im Wasser, haben einen weichen rundlichen Leib mit seitlichen Haken am Ende, ziemlich lange behaarte Füße, einen hornigen Kopf und bauen sich aus Steinchen, Muschelchen, Holzstückchen eine Röhre, die sie beständig mit sich herumschleppen und worin sie sich ganz zurückziehen können. Zur Verpuppung spinnen sie auf beiden Seiten der Röhre einen gegitterten Deckel und wandeln sich in eine ruhende Puppe um, die aber wieder sehr lebendig wird, wenn die Fliege auskriechen soll. Die Puppen sprengen dann den Deckel, kriechen an Wasserpflanzen in die Höhe und kommen selbst ganz aufs Trockene, um auszuschlüpfen. Manche, wie die abgebildete Art (Frühlingsfliege, Limnophilus rhombicus, Taf. 25, Fig. 29), erscheinen an Flüssen und Seen in großer Menge und werden besonders abends lästig, indem sie nach dem Lichte fliegen.

Ordnung der Fächerflügler (Strepsiptera).

Kleine Insekten, die schmarotzend auf Wespen leben. Weibchen flügellos, die Männchen mit ausgebildeten Hinterflügeln und rudimentären, an der Spitze zusammengerollten Stummeln der Vorderflügel. Mundtheile verkümmert. Prothorax beweglich. Vollkommene Verwandlung.

Lange Zeit kannte man nur die ausgebildeten Männchen (Xenos Rossii, Taf. 25, Fig. 30), kleine kaum eine Linie lange geflügelte Thierchen, die man selten auf dem Hinterleibe von Wespen flatternd antrifft. Der Kopf ist breit, kurz, die Augen sehr groß, kugelförmig vorgequollen, gehäuft. Die Fühler sind kurz, gespalten, sodaß scheinbar vier Fühler vorhanden sind oder auch bei einer Gattung mit wenigen langen Kaumblättern versehen. Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei säbelförmig gekrümmten dünnen Kiefern, blattartigen Kinnladen mit dreigliederigen Tastern, die indeß von dem Thierchen gewiß nie gebraucht werden, da sie nur wenige Stunden leben und während dieser Zeit mit der Begattung beschäftigt sind. Die Füße sind kurz, die Tarsen viergliederig; die Flügel höchst eigenthümlich. Die Mittelbrust trägt zwei kurze häutige, sonderbar verdrehte kolbige Anhänge, welche einigermaßen den Schwingkolben der Zweiflügler gleichen, aber auch als rudimentäre Flügeldecken betrachtet werden können; an der Hinterbrust stehen zwei häutige große, dreieckige Flügel die nur wenige fächerartige Falten haben. Es genügen diese Flügel aber trotz ihrer Größe nicht zum freien Fluge der Thierchen, sie flattern nur tanzend auf dem Leibe der Wespen und vielleicht auch in den Nestern derselben umher, bis sie ein Weibchen gefunden haben, mit dem sie sich begatten. Zu diesem Ende tragen sie an dem zugespitzten Hinterleibe einen hornigen Hakenpenis, der nach der Seite zu eingeschlagen ist und deutlich mit den Samenleitern in Verbindung steht.

Die Weibchen dieser Thierchen bleiben das ganze Leben hindurch in einem larvenähnlichen Zustande schmarotzend im Hinterleibe der Wespen. Man nennt die Wespen, welche solche Gäste beherbergen, kurzweg stylopisirt. Bei den fortpflanzungsfähigen Weibchen ist der Leib weich, geringelt, wurmartig, weiß; Kopf und Brust dagegen sind in ein plattes, linsenförmiges Schild zusammenverschmolzen, das eine braune Farbe und hornige Beschaffenheit hat. Unter dem Vorderrande dieses Schildes sieht man die kleine, halbmondförmige Mundöffnung, die in einen weiten, geraden, blind geendeten Darm führt und neben welcher zwei fast unbewegliche hornige Stummeln die Reste der

verkümmerten Kauwerkzeuge darstellen. Mit diesem Kopfschilde steckt das Weibchen zwischen den Hinterleibsringen der Wespen in der Weise eingeklemmt, daß der wurmförmige Leib in die Hinterleibshöhle frei hineinragt, der Vorderrand des Kopfes aber nach außen schaut. Die Thiere scheinen ganz unbeweglich. Untersucht man ihren Bau genauer, so findet man in der Leibeshöhle außer dem blinden Darm eine Menge von Eiern zerstreut zwischen dem Fettkörper, und längs der Bauchseite einen platten, breiten, hinten geschlossenen Kanal, der nach vorn in das Kopfschild übergeht und mit einer schlitzartigen breiten Oeffnung, die weit größer als die Mundöffnung ist, unter dieser sich nach außen öffnet. Auf diesem Kanal stehen drei bis fünf etwas gebogene Röhren, die einerseits mit einer trompetenartig ausgeweiteten Mündung sich frei in die Leibeshöhle öffnen, andererseits in den Kanal, den wir den Brutkanal nennen, münden. Offenbar dient die unter dem Munde befindliche Schlitzöffnung dieses Kanals, die zwischen den Hinterleibsringen der Wespen hervorsteht, als Begattungsöffnung, durch welche das Männchen sein hakenförmiges Glied von außen einführt.

Die in der Leibeshöhle des Weibchens frei befindlichen Eier entwickeln sich in dieser Leibeshöhle und es erzeugen sich darin Larven, die innerhalb der Mutter austriechen, sodaß oft der ganze Leib des Weibchens mit ausgekrochenen Larven erfüllt ist. Diese Larven sind sehr klein, sehr lebendig, von schieferblauer Farbe, weshalb man sie durch die Bauchwände des Weibchens durchschimmern sieht. Sie kriechen so lange im Leibe umher, bis sie eine der erwähnten Röhren des Brutkanals finden, durch welche sie dann in den Brutkanal klettern, den sie oft strotzend erfüllen. Durch die vordere Oeffnung desselben kriechen sie dann hinaus auf den Leib der Wespen, auf dem sie munter einherlaufen. Die Larven der Strepsipteren haben in diesem Zustande einen mehr oder minder schlanken, mit Borsten besetzten geringelten Körper, einen halbrunden Kopf, zu dessen beiden Seiten Häufchen von Nebenaugen stehen, und sechs Füße, von denen die beiden ersten Paare mit runden oder länglichen Haftlappen versehen und anders als das hintere Paar gestaltet sind. Sie laufen sehr behende und einige springen auch ebenso wie die Gabelschwänze mit Hülfe zweier Borsten, die sie am Ende des Hinterleibes tragen und unter den Leib biegen und losschnellen können. Diese muntern Thierchen, die man früher für Schmarotzer der für Larven gehaltenen Strepsipterenweibchen ansah, die aber in der That nur der erste Larvenzustand selbst sind, lassen sich von den Wespen in ihre Nester tragen und bohren sich dort in die fußlosen weichen Larven der Wespen ein, zu welchem Zwecke sie einige harte Hornstücke (undeutliche Kauwerkzeuge) am Kopfe haben.

In dem Leibe der Wespenlarven gehen die sechsbeinigen Strepsipterenlarven eine rückschreitende Metamorphose ein. Sie werfen ihre Haut ab, verlieren die Füße und verwandeln sich in eine wurmähnliche, fußlose, weiche Made mit neun Körperringeln, deutlicher Mundöffnung, die in einen blinden Darm führt, und verkümmerten Kauwerkzeugen. An der Gestalt des Kopfes sowie des letzten Hinterleibsringels kann man schon das Geschlecht dieser Maden erkennen; der Kopf der männlichen Larven ist kegelförmig gewölbt, der der weiblichen platt, schuppenförmig. Diese Maden bewegen sich sehr träge in der Leibeshöhle der Wespen herum. Kommt die Zeit ihrer letzten Verwandlung, so bohren sie den Kopf zwischen den Leibesringen der Wespen durch, bis sie dort eingeklemmt sind. Bei den weiblichen Maden besteht nun die Verwandlung darin, daß ihr Kopfschild hart wird und die Oeffnung des Brutkanals. Bei den männlichen Maden erhärtet zwar auch aber die ganze Madenhaut dient, wie bei den Larven zugleich als Puppenhülle, und in ihr die männliche Puppe, an der man schon die ausgebildeten Insekts zusammengeschlagen, das Männchen zum Ausschlüpfen reif, wenn Spitze des hartgewordenen Kopfendes der wie ein Deckel ab, und das vollendete Insekt sich mit Mühe hervor.

Ordnung der Käfer (Coleopt

Insekten mit kauenden Mundtheilen, schmolzener Unterlippe, frei beweglichem Prothorax, horuigen, zu festen Decken umgewandelten Vorderflügeln und ständiger Verwandlung.

Man unterscheidet bei den Käfern stets drei Hauptabtheilungen des Körpers, Kopf, Hinterleib. Der meist rundliche oder (Taf. 25, Fig. 33: Lederlaufkäfer, riaceus, von oben: a Fühlhörner, b vorstehenden Augen und Palpen, c d Flügeldecken, e Schenkel, f Schienbein, der oft schildförmig erweitert ist, steht meistens vor und ist durch eine Art Hals von dem ringe getrennt, zuweilen aber ganz in gefügt oder selbst unter ihm verborgen. welche nur in sehr seltenen Fällen bei der Erde oder in Höhlen lebenden Arten stets zusammengesetzt und mit mehr oder Facetten versehen. Sie stehen auf der Seite ragen oft wie kleine Halbkugeln hervor, oft nierenförmig und zuweilen so tief daß sie in zwei hintereinandergelegene sind. Bei manchen Gattungen springt eine trennende Hornleiste in das Auge. Taumelkäfern (Gyrinus) existiren gar zwei gesetzte, übereinanderliegende Augen auf von denen die höhern nach oben, die unten in das Wasser gerichtet sind. Kein einfache Nebenaugen. Die Fühler stehen seite des Kopfes oder am Stirnrande und 9—11 Glieder, deren Formen außerordentlich und oft sehr charakteristisch für viele theilungen sind.

Alle Käfer haben beißende Mundtheile aus den normalen sechs Hauptheilen, den den Kiefern oder Mandibeln, den Kinnladen Maxillen und der Unterlippe zusammengesetzt. Die Oberlippe ist meist ein kleines, Hornstück, das oft nur sehr rudimentär ist, wenige charakteristische Kennzeichen hat. sind fast immer getrümmte, feste Hornbalken weit vor dem Kopfe vorstehen und bei der mehr säbelförmig scharf und spitz gezähnt. Pflanzenfressern kurz, dreieckig und innen Fortsätzen, die oft ineinander passen, Bei einigen, die sich von Honig und nähren, werden die Kiefer selbst ganz Innenrande häutig. Sie bestehen aus während die Kinnladen oder Unterkiefer sammengesetzt sind. Auf jeder Kinnlade ein, bei den meisten Fleischfressern aber tastet (palpi maxillares) eingelenkt, die förmig sind und aus vier oder drei Gliedern. Die querlängliche Unterlippe zeigt außer

entum), innen darauffliegend die Zunge und stets
i seitliche, neben der Zunge eingelenkte, zwei- bis
gliederige Lippentaster (palpi labiales), sodaß also
er Käfer wenigstens vier, viele Fleischfresser aber
s Taster im ganzen besitzen.

Hinter dem Kopfe zeigt sich bei allen Käfern der
rderbrustring in Gestalt eines festen Schildes, das
Halsschild (thorax, corselet) genannt wird und
en Formen, Verzierungen und Umfang äußerst
nnichfaltig und für Gattungen und Arten sehr be-
hnend sind. An seiner Unterfläche, der Vorder-
ust (Prosternum), ist das erste Fußpaar eingelenkt.
r zweite Brustring, der die Flügeldecken trägt, ist
ist, sowie die weitern hintern Ringe, von diesen
eckt oder zeigt nur zwischen den Ansatzstellen der
ügeldecken einen kleinen, mittlern, meist dreieckigen
um, den man das Schildchen (Scutellum) nennt.
r zweite Brustring trägt oben die hornigen festen
ügeldecken (Elytra), die in der Mitte mit dem
brtrande zusammenstoßen, sodaß sie eine gerade Längs-
e bilden. Sie bedecken gewöhnlich den ganzen Leib
zu seiner hintern Spitze, sodaß der Käfer, von
n gesehen, nur drei Abtheilungen bildet, Kopf,
lsschild und Flügeldecken. Nur bei einigen Käfern
) die Flügeldecken abgestutzt, sodaß ein mehr oder
nder bedeutender Theil der Hinterleibsringel frei
st. Die Flügeldecken werden beim Fluge nur ge-
en, aber nicht bewegt. Die Flügel, welche der
tte Brustring trägt, sind häutig, von Längsadern
chzogen und werden, um unter die kürzern Flügel-
lcken geborgen werden zu können, in der Mitte quer
midt, eine Art der Zusammenlegung, die den Käfern
enthümlich ist. Nur selten ragen sie in der Ruhe
er die dann verkürzten Flügeldecken hervor.

An den Beinen, welche aus den gewöhnlichen Stücken
ammengesetzt sind, ist der Fuß (tarsus) besonders
ktig. Er besteht aus drei bis fünf Gliedern, deren
tes nur sehr selten eine, fast stets zwei Hornklauen
gt. Schienen und Hüften sind oft mit Stacheln,
Tarsen oft mit Haaren besetzt, und die Zahl der
rsenglieder verdient besondere Beachtung, da sie sogar
Haupteintheilungsgrund benutzt wurde. Bei den
isten Käfern sind die Beine einfache Gehbeine; bei
igen sind die Vorderbeine zu Grabfüßen, bei andern
Hinterbeine zu Springbeinen mit angeschwollenen
henkeln oder zu platten Schwimmfüßen umge-
ndelt.

Der Körper der Larven ist fast immer gestreckt,
ist wurmförmig, oft beinahe drehrund; in den meisten
llen aber von oben nach unten abgeplattet. Zuwei-
t erscheint er durchgehends weich; meist ist indessen
r Kopf hornig und nur der Hinterleib mit weicher
nut bekleidet. Bei den wenigsten wird auch dieser
t festem Horne bedeckt. Diese festen Larven schwei-
t meistens frei nach Raub umher. Der Kopf ist
ist flach gedrückt, platt, rundlich, von Linsengestalt
d horizontal nach vorn oder nach unten gerichtet;
i einigen pflanzenfressenden Larven (Blätterhörner,
ässelkäfer, Borkenkäfer) ist er rundlich und senkrecht
stellt, sodaß der Mund der Brust genähert ist. —
sammengesetzte Augen kommen bei den Larven nie
r, ebenso wenig einfache Stirnaugen; oft, beson-
rs bei den Holzbohrern, fehlen die Augen gänzlich,
enn sie aber vorhanden, so stehen 1—6 einfache
ugen auf jeder Seite und zwar dann meist auf einem
wölbten Buckel, der sich während des Puppenlebens
das zusammengesetzte Auge des Käfers umwandelt.
ie Fühler fehlen zuweilen, besonders bei Holzbohr-
rn; sie sind stets einfach faden- oder kegelförmig,
aben nie mehr als vier Glieder und stehen fast immer
seitlich am Kopfrande über den Kiefern, selten auf der
Stirnfläche.

Die Mundwerkzeuge sind, je nach der Nahrung, verschieden gestaltet. Oft dient als Decke der ganzen Theile ein bewegliches, an der Stirn eingelenktes Kopfschild, das indeß ebenso oft fehlt. Dasselbe begegnet oft der Oberlippe, die manchmal deutlich abgesetzt, beweglich, zuweilen mit der Stirn verwachsen ist oder ganz fehlt, wo dann der Stirnrand zugleich den Mundrand bildet und die übrigen Freßwerkzeuge ganz frei vor dem Kopfe stehen. Dies ist bei vielen vom Raube lebenden Larven der Fall, und dann ist die Mundöffnung außerordentlich fein und nur mit Mühe nachzuweisen. Die scharfen Kiefer dienen solchen Raublarven zum Anbeißen der Beute, zum Durchbohren der Haut und zum Zerfleischen der Eingeweide, deren flüssige Bestandtheile dann von der feinen Mundöffnung aufgesaugt werden. Bei den Wasserkäferlarven (Dytiscida) ist sogar durchaus keine Mundöffnung vorhanden, sondern beide Kiefer selbst von Kanälen durchlaufen, welche sich an der Spitze der Kiefer spaltförmig öffnen und durch die der Saft der Beute eingesogen wird. Kiefer sind stets vorhanden; bei den Räubern säbel- oder sichelförmig, scharf und spitz, meist über den Kopf vorragend und übereinandergreifend; bei den Pflanzenfressern kurz, derb, dreieckig, oft mit stumpf gezähnten Kau- und Schneideflächen, die gegeneinander passen. Die Kinnladen haben meist dieselben Theile, wie beim vollkommenen Käfer: eine Angel (cardo), die zuweilen stielförmig wird und dann den Haupttheil des Ganzen ausmacht, eine Lade, die meist verwachsen, zuweilen gezähnelt, selten eingelenkt ist, und einen Taster, der fadenförmige Gestalt und drei Glieder hat. Die Unterlippe ist oft verwachsen, stets klein, ihre Taster zweigliederig, die Zunge meist nur rudimentär.

Vielen holzbohrenden Käferlarven fehlen die Beine durchaus, bei andern sind sie nur durch borstentragende Warzenvorsprünge angedeutet. Wenn sie vorhanden sind, so stehen sie an den drei ersten, dem Kopfe folgenden Körperringen an der Unterfläche und bestehen meist aus fünf Gelenken, von welchen das letzte dem Tarsus entspricht und bei den Larven der Fleischfresser mit zwei, bei den Maiwurmlarven (Meloida) mit drei, bei allen übrigen mit nur einer Klaue bewaffnet ist. Die Länge der Beine steht meist mit der Lebhaftigkeit und der Beutelust der Larven im Verhältniß. Der Leib besteht hinter den Beine tragenden Ringeln aus neun Ringeln, sodaß also außer dem Kopfe im ganzen zwölf Segmente vorhanden sind, eine Regel, wovon indeß die Wasserkäferlarven eine Ausnahme machen, deren Leib nur elf Segmente zählt. Ein paar Athemlöcher steht an der Brust, acht Paare an den acht ersten Hinterleibssegmenten. Der After tritt meist röhrenförmig oder warzenförmig hervor und wird zum Nachschieben des Körpers benutzt; da solche Afterfüße und Nachschieber, wie Schmetterlings- und Holzwespenraupen sie besitzen, den Käferlarven gänzlich abgehen.

Die raubenden Käferlarven leben meist in Erdlöchern, im Miste, unter Baumrinden, im Mulme, in Gängen und Nestern anderer Insekten, deren Larven sie besonders heimsuchen. Nur wenige überraschen ihre Beute im Schusse oder Sprunge, indem sie vorher darauf lauern (dies thun besonders die Larven der Sand- und Wasserkäfer), die meisten fressen fußlose oder träge Thiere, und namentlich Larven, zuweilen auch Weichthiere (Schnecken) an. Die Holzfresser bohren sich Gänge, oft in dem härtesten Holze, meist aber in den weichern Theilen, im Marke, im Splinte und Baste und unter den Rinden. Viele fressen faulende oder

verwesende Stoffe; einige werden uns besonders schädlich durch Zerstörung der Wurzeln, die sie unter der Erde aufsuchen.

Alle Käferlarven verwandeln sich nach einiger Zeit in eine ruhende Puppe. Die Lebensdauer mancher Larven scheint mehrere Jahre zu dauern; die der Maikäfer z. B., wie man aus den Flugjahren schließen kann, drei Jahre; manche Holzbohrer scheinen sogar sechs, zehn und mehr Jahre als Larven zu leben. Zur Verwandlung ziehen sich die meisten nur an einen geschützten Ort zurück; einige wenige spinnen sich aus grober Seide einen Cocon; viele machen sich aus Erde, Holz, Mist ꝛc., das sie mit einem klebrigen Stoffe zusammenleimen, einen hohlen Klumpen, der erhärtet und in dessen Innerm die Puppe liegt. Diese gleicht dem vollkommenen Insekt, nur mit dem Unterschiede, daß der Körper verkürzt und eingebogen, die Fühler unter die Brust geschlagen, die Flügeldecken sehr kurz, die Füße nach innen eingezogen sind, während zugleich oft noch besondere Anhänge existiren oder auch solche des vollendeten Insekts fehlen. Der Puppenschlaf dauert meist einen Winter hindurch.

Man kann die Käfer, von welchen man eine ungemein große Anzahl Arten kennt, nach der Zahl und Bildung der Tarsalglieder in mehrere Gruppen theilen.

Erste Gruppe. (Pentamera).

An allen drei Beinpaaren fünf leicht erkenntliche Fußglieder (Tarsalglieder).

Familie der Laufkäfer (Carabida). Körper länglich, meist stark gewölbt, hart. Kopf klein, schmal, meist weit schmäler als das Halsschild. Augen vorstehend. Fühler von mittlerer Länge, borsten- oder fadenförmig. Kinnbacken scharf, ganzrandig, stark gekrümmt, meist ziemlich vorstehend. Kinnladen ganz hakig mit doppelten Tastern. Füße lang, dünn, stets mit fünf Tarsalgliedern, die meist bei den Männchen verbreitert sind. Flügeldecken, den Hinterleib meist ganz bedeckend. Die Käfer dieser zahlreichsten unter allen Käferfamilien sind alle gute Läufer, die meisten auch vortreffliche Flieger. Sie schweifen, die einen mehr bei Tag, die andern mehr nächtlicherweile, überall nach Beute umher, die besonders aus andern Insekten besteht. Die meisten haben einen unangenehmen Geruch; viele lassen in Gefahr aus dem Hintern eine stinkende, braune, ätzende Flüssigkeit. Die Larven sind meist etwas abgeplattet, hornig, mit starkem, oben flachem Kopfe, sechs langen Beinen und sechs einfachen Augen auf jeder Seite, die auf einer gewölbten Beule stehen; sie haben ebenfalls stark vorspringende, sichelförmige, spitze Kiefer und leben vom Raube, meist in versteckten Aufenthaltsorten. Einige, wie die Calosoma-Larven, jagen selbst ihre aus Raupen bestehende Beute auf Bäumen. Die bekannteste unter den einheimischen Arten, deren Larve wir auch abbilden, der Goldlaufkäfer (Carabas auratus; Käfer Taf. 25, Fig. 34; Larve Fig. 35) ist auch unter dem Namen Gärtner, Goldschmied bekannt und ein erbitterter Feind der Schnecken, Regenwürmer und Maikäfer.

Familie der Sandkäfer (Cicindelida) (Cicindela campestris, Taf. 25, Fig. 36). Körper länglich. Kopf breiter als das dünne, meist verlängerte Halsschild. Fühler fadenförmig, von mittlerer Länge, vor den Augen eingelenkt. Diese sehr groß, vorstehend. Kiefer vorstehend, groß, stark, sehr scharf, innen meist mehrfach gezähnt. Kinnladen gebogen, an der Spitze mit einem beweglichen Zahne und doppelten Palpen. Lippentaster stark behaart. Beine lang, stets fünfgliederig, ohne Zähne oder Einschnitte an den Schienen und [illegible]rung der Tarsalglieder. Unermüdlich [illegible] meist auf trockenem, sandigem Boden [illegible] fliegen. Die Larven leben in Löchern [illegible] einen dicken, breiten Kopf mit vorstehenden [illegible] jeder Seite, sichelförmig gebogene, schr[illegible] lange Beine mit zwei Krallen und [illegible] aus, daß der erste und siebente Körper[illegible] geschwollen und letzterer mit zwei vor[illegible] haken versehen ist, was sie beim Auf[illegible] in ihren Löchern benutzen. Sie lauern [illegible] auf die sie losschießen, indem sie mit [illegible] die Oeffnung des Loches schließen. [illegible]sche Gattungen haben verwachsene Flügel[illegible] ermangeln der Flügel.

Familie der Wasserkäfer (Hydrocan[illegible]) [illegible]per abgeplattet, platt eiförmig, Kopf [illegible] an die Augen in das Halsschild eingel[illegible] borstenförmig, dünn, meist länger als Kop[illegible] schild zusammengenommen. Kinnladen [illegible] innen gewimpert, außen mit zwei Palpen [illegible] denen die äußern viergliederig, die inner[illegible] rig sind, sodaß mit den Kinnladentastern [illegible] sechs Palpen vorhanden sind. Vorderfüße [illegible] bei den Männchen sind die drei ersten [illegible] in eine breite Saugscheibe erweitert, [illegible] fest anheften können. Hinterfüße lang, [illegible] mit Schwimmborsten besetzt. Die Käfer [illegible] Wasser; schwimmen schnell und fliegen [illegible] sumse; sie sind sehr räuberisch und fallen [illegible] schwächerer Wasserthiere an. Die Larve[illegible] schmal, platt, mit deutlich abgesetztem, [illegible] Die ungemein großen Hakenkiefer, die [illegible] stehen, sind an der Spitze durchbohrt, und [illegible] ren aus ihnen in die Speiseröhre. Der [illegible] diesen Larven ganz; sie schlagen die Halte[illegible] lebender Thiere und saugen die Säfte [illegible] fer ein. Sie haben lange, gewimperte [illegible] zwei kurze Athemröhren am Hinterleibe, [illegible] schnell auf ihren Raub los und gelten [illegible] teichen für verderblich.

Die gemeinste Art ist der gelbrandige [illegible] käfer (Dytiscus marginalis, Taf. 25, [illegible]

Familie der Taumelkäfer (Gyrinida) [illegible] eiförmig, platt, wie alle Wasserkäfer. Kop[illegible] an die Augen in das Halsschild eingel[illegible] klein, kurz, zwischen den Augen eingel[illegible] dorthin zurückbegbar; zweites Glied deriche[illegible] dutenförmigen Fortsatze versehen, in welcher [illegible] förmige, geringelte Ende des Fühlers steht [illegible] horizontal halbirt, sodaß jederseits zwei [illegible] von denen das eine nach unten, das andere [illegible] gerichtet ist; Vorderfüße gewöhnliche Gestalt [illegible] lang; Hinterfüße sehr kurz, hakenartig ge[illegible] Tarsus im ganzen dreieckig, erstes Glied [illegible] die übrigen sehr klein, mit steifen Haaren [illegible] Käferchen schwimmen stets in drehender Bewegung [illegible] der Oberfläche stehender Gewässer. Larven [illegible] lang, flach; athmen durch seitliche Kiemen [illegible] haben, wie alle folgenden, den eigentlichen [illegible] sern angehörige Käferlarven, zwei Klauen [illegible]

Drehkäfer (Gyrinus mergus, Taf. 25, [illegible]

Familie der Fischkäfer (Hydrophilida) [illegible] oval oder mehr rundlich, platt, Kopf, [illegible] Leib eng aneinandergeschlossen, meist [illegible] kurz, keulenförmig, durchblättert, mit langen [illegible] einigermaßen denen der Blätterhörner [illegible] taster meist so lang oder selbst länger [illegible] hörner, zurückgeschlagen. Beine verschie[illegible] stets aber mit fünf Tarsalgliedern. [illegible]

, besonders im Miste lebenden Gattungen (Sphae-
; Cyclonotum) sind alle Füße Gangfüße und
hienen mit Dornen bewaffnet; bei den im Wasser
menden dagegen (Hydrophilus; Hydrochus; Lac-
) sind die beiden Paare der Hinterfüße lang
zogen, platt und durch steife Haare zu Schwimm-
umgestaltet, während die Vorderfüße Gangbeine
en sind. Die Käfer dieser Abtheilung schwim-
chnell und gut, fliegen schwerfällig mit Gesumse
bend und kommen oft an die Oberfläche, wo sie
nter die Flügeldecken nehmen, zu welchem Ende
r die Spitze des Hinterleibes etwas über die
rfläche emporstrecken. Die Käfer selbst nähren
n faulenden Pflanzenstoffen; die Larven dagegen,
ebenfalls im Wasser leben, sind arge Räuber,
t dem platten wurmförmigen nach hinten zugespitz-
ibe sehr schnell schwimmen und allen Arten von
rtbieren, selbst jungen Fischen, eifrig nachstellen.
starken Kiefer sind kürzer als die Palpen; die
n Füße von mittlerer Länge. Die Larven ver-
n sich in der Erde und bilden eine ovale Puppe,
ren Hinterende man noch die beiden Athemröh-
ebt, durch welche die Larve Luft schöpfte. Der
Fischkäfer (Hydrophilus piceus, Taf. 25,
9) ist der größte Wasserkäfer unserer Gegenden.
milie der Raubkäfer (Staphylinida). Die Käfer
äußerst zahlreichen Familie haben einen langen,
spindel- oder wurmförmigen Körper und stets
rudimentäre, meist quer gestutzte Flügeldecken, die
ornigen, festen Hinterleib nur theilweise decken,
die Flügel, die zuweilen fehlen, ganz umschließen.
Fühler sind zehn oder meist elfgliederig, kurz,
förmig oder schwach gesägt, nur selten gekropft;
iefer bedeutend groß, hakig, spitz, meist ungezähnt;
aden lederartig oder häutig; die Palpen einfach.
bild sehr verschieden; Hinterleib lang, oben hart,
beim Gehen nach oben gekrümmt und zeigt am
rende zwei blasenförmige Warzen, die willkürlich
rgestreckt werden. Die Füße sind lang, kräftig,
mit Dornen bewaffnet, bald wehrlos, und die
ihrer Tarsalglieder außerordentlich wechselnd, sodaß
alle Latreille'schen Unterordnungen, Pentameren,
omeren, Tetrameren und Trimeren in dieser Fa-
vertreten findet. Die Larven sehen den vollkom-
n Käfern ähnlich, haben starke vortretende Kiefer,
deutliche Augen, sechs lange Füße mit einfachen
en und einen platten hornigen Körper. Käfer und
en sind äußerst lebhafte kühne Räuber, die bejon-
andere Insekten jagen und diesen im Mist, unter
rinden u. s. w. nachstellen. Die meisten haben
unangenehmen Geruch. Kurzflügler (Sta-
mus caesareus, Taf. 25, Fig. 40).
milie der Taskkäfer (Pselaphida). Körper im
en birnförmig; Kopf länglich, frei, Augen stark
agend oder ganz fehlend; Fühler kurz oder lang,
haarig, am Ende geknopft oder keulenförmig,
iederig. Palpen entweder nur klein oder sehr groß,
ebend, blätterig. Halsschild länglich elliptisch,
ch rundlich, von den quergestutzten Flügeldecken nur
bedeckt. Füße lang, schwach; Tarsen nur drei-
derig, Endglied mit zwei Klauen. Kleine Käfer-
träger Natur, die meist tags über still im Grase
, abends und nachts aber munter umherfliegen.
Larven sind unbekannt. Die hier abgebildete Art
viger testaceus, Taf. 25, Fig. 41) lebt bei uns in
eisenhaufen und wird von den Ameisen gepflegt
bedeckt. Sie ist rostroth glänzend, gelb behaart,
r nur eine Linie lang.
familie der Stutzkäfer (Histerida). Körper breit,
, nach dem Tode wenig gekrümmt, ungemein hart.
Kopf klein, tief in das Halsschild eingesenkt. Fühlhörner elfgliederig, mit festem Knopfe, stark gekrümmt; Kinnladen stark, gezähnt; die Hinterhüften stark seitlich gestellt; Vorderhüften der Mittellinie genähert. Füße stark bedornt, schwerfällig. Käfer in Aas, Mist und faulenden Substanzen, die kurzfüßigen nackten augenlosen Larven ebendaselbst. Die trägen Käfer stellen sich beim Ergreifen todt. Stutzkäfer (Hister fimetarius, Taf. 25, Fig. 42).

Familie der Aaskäfer (Silphida). Körper flach, scharfrandig, meist behaart; Flügeldecken gewöhnlich hinten abgestutzt, sodaß mehrere Ringe des Hinterleibes sichtbar sind. Fühlhörner keulenförmig über den Kinnbacken eingesetzt. Schildchen zwischen den Flügeldecken groß. Letze ausgeschnitten. Fortsatz der Mittelbrust nach hinten nur sehr klein. Hüften einander genähert. Gestalt nach dem Tode sehr gebückt. Die schnell und gut laufenden und fliegenden Käfer stinken sehr, geben beim Ergreifen stinkenden, flüssigen Koth von sich und nähren sich von Aas und Leichen, die sie meist mit großer Schnelligkeit in den Boden eingraben, um als Vorrath für ihre Larven zu dienen, die sehr gefräßig sind, mäßig lange Füße haben und sechs Augen auf jeder Seite besitzen, von welchen vier an der gewöhnlichen Stelle hinter der Einlenkung des Fühlers und zwei unter dem Fühler nach unten gerückt stehen. Einige Larven indessen nähren sich auch von Blättern, wie die abgebildete Larve des schwarzen Aaskäfers (Silpha atrata, Taf. 25, Fig. 43). Am bekanntesten unter der Gruppe sind die großen langen, meist roth gefleckten Todtengräber (Necrophorus vespillo, Fig. 44), welche meist in Gesellschaft arbeiten, laut durch Reiben der Flügeldecken an harten Leisten des Hinterleibes zirpen und sich durch diese Töne zusammenrufen.

Familie der Kahnkäfer (Scaphidida). Kleine, dicke, lebhafte Käfer, mit kahnförmigem Körper, elfgliederigen, zugespitzten oder keulenförmigen Fühlern, abgestutzten Flügeldecken, großen Hinterflügeln und zugespitztem Hinterleibe. Die abgebildete Art (Scaphidium quadrimaculatum, Taf. 25, Fig. 45) lebt, wie alle andern, in Schwämmen und Pilzen. Trotz ihrer Häufigkeit sind die Larven noch nicht genauer bekannt.

Familie der Colydien. Wir erwähnen diese kleinen, langgestreckten Käferchen hier nur, weil die kurzbeinigen langgestreckten Larven einiger Arten, worunter die abgebildete (Colydium sulcatum, sehr vergrößert, Taf. 25, Fig. 47) in den Bohrlöchern der Borkenkäfer sich aufhalten, von deren Larven leben und sich dadurch nützlich erweisen.

Familie der Glanzkäfer (Nitidulariae). Keulenförmige Fühler, deren Stiel meist elfgliederig. Beine kurz, Form verschieden. Käfer und Larven vieler Arten leben in Vorrathssammern auf Reis, Körnern u. s. w. Die abgebildete, stark vergrößerte Art (Glanzkäfer, Nitidula aenea, Taf. 25, Fig. 46) metallgrün.

Familie der Cucujiden. Flachgedrückte, meist lebhaft gefärbte Käfer mit keulenförmigen oder fadenförmigen Fühlern, von denen einige, darunter die abgebildete Art (Cucujus sanguinolentus, Taf. 25, Fig. 48), häufig unter Baumrinden und in Waarenspeichern sind und durch ihre Menge schädlich werden.

Pelzkäfer (Dermestida). Körper eiförmig, gewölbt, hart, die Beine können angezogen werden, aber nicht vollständig, indem die Tarsalglieder frei bleiben. Kopf klein, zur Hälfte, bis an die Augen, in das Halsschild eingesenkt; Fühler kurz, Endkeule nur dreigliederig, aber das Endglied oft sehr groß und lang; Oberkinnladen dick, kurz gezähnt. Die Käfer leben besonders in Pelzwerk und trockenen Thierstoffen, in Museen und zoolo-

gischen Sammlungen, zuweilen auf Blumen; die haarigen Larven, an denselben Orten, richten große Verwüstungen an, da sie meist im Verborgenen arbeiten. Sie verpuppen sich in der eigenen Larvenhaut, die als Hülle für die Puppe dient. Die abgebildete Art (Speckkäfer, Dermestes lardarius, Taf. 25, Fig. 49) ist überall häufig und einer der größten Feinde unserer Vorrathskammern.

Von dieser Familie scheidet sich als kleine Gruppe durch vollkommen zurückziehbare Beine, breite Unterschenkel und Verwachsung der drei vordern Leibesringe, die Gruppe der Pillenkäfer (Byrrhida), deren Larven, Lebensart u. s. w. ganz analog der vorigen ist. Die Käfer, die meist an sandigen Orten leben, kugeln sich zusammen und stellen sich todt. Die abgebildete Art (Pillenkäfer, Byrrhus pilula, Taf. 25, Fig. 50) ist überall in Deutschland häufig.

Familie der Grundkäfer (Parnida). Langbeinige, kleine, im Wasser lebende Käfer, die durch seidenglänzende Haare am ganzen Körper oder an der Brust Luft mit sich unter das Wasser nehmen und durch dieselbe athmen. Die abgebildete Art (Grundkäfer, Elmis aeneus, Taf. 25, Fig. 51) lebt am Grunde von schnellfließenden Gewässern unter Steinen.

Familie der Blatthörner (Lamellicornia). Die größten bekannten Käfer gehören dieser sehr zahlreichen ausgezeichneten Familie an. Ihr Körper ist meist oval oder rundlich, dick, auf beiden Seiten stark gewölbt; der Kopf klein, der Stirnrand oft ausgebreitet oder hornartig verlängert, das Halsschild meist so breit als die Flügeldecken, oft ebenso wie der Kopf mit sonderbaren Fortsätzen, Spitzen und Hörnern geziert. Die Fühler sitzen in einer tiefen Grube unter den Seiten des Stirnrandes und können meist ganz in dieser Grube geborgen werden; sie sind kurz geiselförmig, die untern Glieder knopfartig, die vordern blattförmig nebeneinandergestellt, sodaß sie sich wie die Blätter eines Buchs öffnen und schließen lassen und einen Kamm oder Wedel bilden. Die Füße sind stark, schwer, der Außenrand der Schienen gezähnt, die Tarsen stets fünfgliederig, die Endkrallen stark. Beide Geschlechter unterscheiden sich oft sehr bedeutend im Aeußern, indem das Männchen größer ist, eigenthümliche Hörner und Dornen und oft ungeheuere Kiefer besitzt, die dem Weibchen abgehen.

Die Käfer leben von Blättern, faulenden Pflanzenstoffen, Mist und andern Excrementen, haben einen schwerfälligen Gang und einen ungelenken Flug, bei dem sie laut schnurren. Die Larven sind walzenförmig, weich, weißlich, mit sackförmigem, untergebogenem Endtheile, hartem, gelbem, hornigem Kopfe, der wie bei den Raupen vertical steht, sechs langen harten Füßen, aber ohne Augen. Der bekannte Engerling liefert das beste Bild einer solchen Larve. Sie leben mehrere Jahre in der Erde von Mist, Wurzeln, Pflanzensträuken, und verpuppen sich dann in einem durch Schleim zusammengeklebten Erdballen.

Man unterscheidet mehrere Gruppen in dieser zahlreichen Familie, unter welchen wir nur die Hirschkäfer (Lucanus), mit den bei den Männchen geweihartig entwickelten, bei den Weibchen als kurze Kneipzangen gebildeten Kiefern erwähnen, deren Larven bis 4 Zoll lang werden und in alten Eichen bohren; ferner die Mistkäfer, Coprophaga (Mistkäfer, Geotrupes stercorarius Taf. 25, Fig. 55), zu denen der bekannte, heilig gehaltene Scarabäus der Aegypter (Ateuchus sacer) mit gezähntem Vorderrand, und die abgebildete Art gehört, die abends mit lautem Summen umherfliegt; endlich der bekannte Maikäfer (Melolontha vulgaris, Fig. 52), dessen Larve als Engerling (Engerling, Larve, Fig. 53) [illegible] Jahre in der Erde lebt, durch das [illegible] Wurzeln oft außerordentlich schädlich [illegible] dann im Herbste verpuppt (Puppe [illegible] Fig. 54), um im Frühjahr als Käfer [illegible] Der Käfer verwüstet die Laubbäume [illegible] jahre kehren fast regelmäßig in [illegible] wieder, welcher der Entwickelungsdauer [illegible] spricht. Abschütteln der Käfer am frühen [illegible] das sicherste Mittel zur Vertilgung. [illegible] gesammelten und getödteten Käfer [illegible] mittel benutzt werden.

Die Familie der Prachtkäfer (Bu[illegible] zwar in unsern Gegenden nur durch [illegible] Gattungen, um so häufiger und riesenhaft [illegible] den heißen Zonen repräsentirt. Die [illegible] meist in den lebhaftesten Metallfarben, [illegible] länglicher Gestalt und ausgezeichnet durch [illegible] Der Kopf ist meist breiter als lang, der [illegible] stark gesägt, die einfachen Palpen kurz, [illegible] Glied cylindrisch. Das Halsschild breit, [illegible] Ecken gerade; die Vorderbrust nach hinten [illegible] Fortsatz ausgezogen, der zwischen die [illegible] Mittelfüße reicht, aber abgeplattet ist und [illegible] Vertiefung paßt. Die Füße sind kurz, [illegible] gliederig und die vorletzten Tarsalglieder [illegible] und schwammig. Die Käfer laufen [illegible] aber gut mit schnurrendem Geräusche.

Die Larven sind augenlos, mit ganz kurzen artigen Füßchen versehen; der Kopf [illegible] fleischig; der zweite Ringel aber breit, [illegible] und der Kopf kann in dasselbe zurückgezogen [illegible] Die Fühler sind sehr klein; Lippentaster [illegible] Die Kiefer sind, wie bei den meisten [illegible] Larven, kurz, fast innen stumpf gezähnt [illegible] besonders in trockenem Holze und leben [illegible] da vollendete Käfer zuweilen aus Möbeln [illegible] kommen, die schon Jahre hindurch im Gebrauch [illegible]

Die Larve der abgebildeten Art (Prachtkäfer, Kiefern, Chalcophora mariana, Taf. 25, [illegible] zu den größten europäischen Arten gehörig, [illegible] den Stämmen der Kiefern und richtet [illegible] unbedeutende Verheerungen an.

Die Familie der Schnellkäfer oder [illegible] (Elaterida) hat mit der vorigen die Form [illegible] hörner, der Füße, die harten Flügeldecken [illegible] bare Bildung der Vorderbrust gemein; [illegible] Fortsatz derselben noch weiter nach hinten [illegible] von beiden Seiten zusammengedrückt, [illegible] Dolchgestalt besitzt. Er paßt in eine Furche [illegible] brust. Legt man die Thiere auf den Rücken, [illegible] sie den Körper, ziehen Fühler und Füße [illegible] dann mit Gewalt die Spitze der Vorderbrust [illegible] Rand des Lochs in der Mittelbrust, [illegible] mehrere Zoll hoch in die Luft geschleudert [illegible] Larven der Schnellkäfer sind denen der [illegible] nicht sehr ähnlich; sie sind drahtförmig, [illegible] keine Oberlippe, dagegen ganz seitlich [illegible] laden, eine sehr lange, fast unbewegliche [illegible] und sehr kurze Füße; sie leben vorzüglich [illegible] derndem Holze und Wurzeln, während [illegible] sonders auf Blumen, im Rasen und in [illegible] umbertreiben. Einige Arten leuchten; [illegible] nische (Elater noctilucus, der Cucujo [illegible] sie als Leuchte benutzt wird. Die Leuchtorgane sind zwei runde Punkte am Halsschild.

Die Larven der abgebildeten Art (Schnellkäfer [illegible] Getreides, Agriotes segetis, Taf. 25, [illegible] zuweilen durch Abnagen der Getreidekörner [illegible] Schaden an.

mile der Cebrioniden (Cebrio gigas, und Weibchen, Taf. 25, Fig. 58 und 59) t sich von den Schnellkäfern durch sichel- erkiefer, Grabbeine und den Mangel des mögens. Die Larven sind sehr ähnlich, ockenem Boden von Wurzeln. Bei der ab- am Mittelmeer häufigen Art sind Männ- Beibchen sehr abweichend gestaltet. Erstere abends umher — letztere bleiben im Boden

der Leuchtkäfer (Lampyrida). Körper ıal; Kopf ganz in das platte Halsschild Oberkinnladen kurz, sehr spitz. Vorletztes erweitert, zweilappig, die Klauen einfach. en sind oft ungeflügelt. Die Käfer stellen r Berührung todt; die Larven nähren sich und sind meist schwärzlich. (Lampyris das Johanniswürmchen, Taf. 25, Männchen und Weibchen.) Das ungeflügelte n Grase, leuchtet stark; Männchen und Larve Die Larve verzehrt die gewöhnliche Baum- elix nemoralis) und puppt sich in dem leer- Gehäuse ein. Sie trägt zu beiden Seiten del. Bei andern Arten sind beide Ge- eflügelt und leuchtend.

der Buntkäfer, Clerida. Körper lang- ymal, meist haarig; Kopf kurz, sehr breit, als das oblonge Halsschild, Fühler gesägt, das Ende knopfförmig verdickt; die Augen et; Kinnladen gezähnt; Palpen keulenförmig; Tarsalglied zweigelappt. Die schönen, meist iderten Käfer auf Blumen und alten Bäu- rosenrothen, behaarten Larven in Bienen- ennestern, in Schwämmen und im faulen sie andere Larven aufsuchen und nur von en. Sie sind ziemlich langbeinig und sehr Clerus apiarius, der Bienenwolf — die in Bienenstöcken und frißt die Bienenlarven. ebildete Art (Buntkäfer, Clerus formica- 25, Fig. 61) sehr gemein in Kieferwaldungen der Holzbohrer (Xylophaga). Körper lich, ziemlich weich; Flügeldecken meist ge- bei einigen Gattungen aber klaffend und ollständig. Der rundliche Kopf bald frei, oder weniger unter dem Halsschilde ver- Fühler kurz, weniger gesägt als in der amilie; die Kinnladen stark, kurz, gezähnt; en Palpen meist am Ende verdickt; die Füße ang, schwach, ohne schwammige Sohlen, ids fünfgliederig. Die Larven haben kurze Füße und keine Augen, bohren in Nutzholz oder in trockenen Thierkörpern und n ihres großen Schadens berüchtigt. Man et zwei Unterfamilien. Die Bohrkäfer Taf. 26, Fig. 2) haben einen kürzern, eiför- ten Körper, geschlossene Flügeldecken, kürzere den Kopf halb in das Halsschild eingesenkt; besonders in Sammlungen und altem Holze. öhnliche Bohrkäfer (Ptinus fur; Larve des s, Taf. 26, Fig. 3) greift nebst der Larve hierkörper und Herbarien an; die Todtenuhr pertinax) in altem Nutzholze, lockt durch uit den Kiefern, stellt sich bei der Berührung läßt sich selbst durch empfindliche Martern Bewegung verleiten; eine verwandte Art, ıbbilden (Nagebohrer, Anobium striatum, Fig. 62), hat ganz ähnliche Sitten und Larven; bei den Kammbohrern (Kamm- Ptilinus pectinicornis, Taf. 26, Fig. 1) sind börner vorn lang gewedelt, die schädlichsten unter allen sind die Werftbohrer (Limexylida) mit langem, weichem Körper, klaffenden Flügeldecken, längern Füßen und freiem Kopfe — die Larven bohren besonders in trockenem Eichenholz und richten in den Vorräthen der Schiffswerfte großen Schaden an.

Zweite Gruppe (Heteromera).

An den beiden vordern Beinpaaren fünf Tarsalglieder, an dem hintern nur vier.

Familie der Schwarzkäfer (Melasomata). Körper länglich oder oval, stark gewölbt; Halsschild selten schmäler als der Leib. Aeußere Decken meist ziemlich hart und fest. Fühler kurz, perlmuschelartig unter dem Kopfrande eingesetzt. Oberkiefer zweispaltig; Unterkiefer mit horniger Klaue an der Innenseite. Vielen Käfern fehlen die Hinterflügel gänzlich und die Flügeldecken sind miteinander verwachsen. Die Käfer sind schnellaufende Nachtthiere von schwarzer Farbe, die sich tags über an dunkeln Orten aufhalten, nachts umherschweifen und meist ekelhaft stinken. Die mittelbeinigen, drahtförmigen, mit abgesetztem Kopfschild versehenen Larven in Mulm, Mehl, Brot, faulenden Stoffen oder selbst Excrementen. Wir bilden eine überall in Europa verbreitete Art ab, deren Larve, der Mehlwurm (Mehlkäfer, Tenebrio molitor, Taf. 26, Fig. 4; Larve des Mehlkäfers, Fig. 5), lebendig wie getrocknet sogar einen Handelsartikel bildet, da sie als Vogel-, namentlich als Nachtigallenfutter sehr geschätzt ist.

Familie der Wollkäfer (Lagriaria). Käfer und Larven meist dicht behaart, Fühler elfgliederig. Larven mit großem Kopf und ziemlich langen Fühlern, länglich, fast gleich breit. Die abgebildete Art (Wollkäfer, Lagria hirta, Taf. 26, Fig. 6) häufig auf Gesträuch.

Familie der Scharlachkäfer Pyrrhochroida. (Scharlachkäfer, Pyrrhochroa rubens, Taf. 26, Fig. 7.) Kopf gerade, wenig vorgestreckt, Halsschild zuweilen schmäler als die Flügeldecken. Fühler fadenförmig oder gekämmt; beim Männchen oft selbst wedelartig. Vordertaster bei einer Gruppe (Melandrya). Melandrya caraboides, Fig. 8, sehr verlängert mit verdicktem Endgliede. Flügeldecken oft bedeutend nach hinten verbreitert. Füße lang; vorletztes Tarsalglied gelappt; Klauen einfach ungezähnt. Die Käfer auf Pflanzen; die mittelbeinigen Larven unter Baumrinden, im Mulm abgestorbener Stämme.

Familie der Stachelkäfer (Mordellida). Körper spindelförmig hinten zugespitzt; Kopf klein, gebückt unter dem Halsschild bis zur Hälfte der Augen verborgen. Halsschild so breit wie die Flügeldecken. Fühler fadenförmig, kaum gesägt. Hinterschenkel meist etwas verdickt. Beine lang. Laufen hüpfend mit großer Schnelligkeit und stellen sich bei Berührung todt. Die Larven, welche sehr kurze Füße haben und den Larven der Holzwespen sehr ähnlich sehen, leben im Marke von Bäumen und Kräutern; die Käfer (Stachelkäfer, Mordella fasciata, Taf. 26, Fig. 9) grünen saftigen Blättern.

Familie der Blasenkäfer (Vesicantia). Körper länglich; der quere Kopf und das oblonge Halsschild schmäler als die Flügeldecken. Letztere sehr weich, lederartig, biegsam, bei einigen Gattungen verkümmert, sodaß sie nur den halben Leib decken, in welchem Falle die Flügel gänzlich fehlen. Fühler fadenförmig oder gesägt. Die beiden Klauen des letzten Fußgliedes sind der Länge nach in zwei ungleiche Hälften gespalten, sodaß an jedem Fuße zwei größere und zwei kleinere Klauen vorhanden scheinen. Alle Käfer dieser

Familie enthalten einen scharfen, blasenziehenden, ätzenden Stoff und werden auch an ihren Wohnorten als Blasenmittel benutzt.

Die Eier werden entweder auf den Sand oder an Bienennester gelegt; die sehr kleinen, rührigen, sechsbeinigen Larven, die daraus hervorgehen und am Hinterleibe noch besondere Springstangen haben, klettern auf Blumen und springen von da aus oder direct auf Bienen, Hummeln u. s. w., in deren Nester sie sich tragen lassen, um dort die Eier zu fressen. Dann verwandeln sich die Larven noch mehrmals: erst in eine fast fußlose Made, die sich von Honig nährt; in dieser entsteht eine Art Puppe, aus der wieder eine madenartige Larve hervorgeht, die sich endlich definitiv verpuppt. Der durch die kurzen Flügeldecken ausgezeichnete stahlblaue Maiwurm (Meloe proscarabaeus, Taf. 26, Fig. 10) wurde früher als Volksmittel gegen die Hundswuth benutzt; die spanische Fliege (Lytta vesicatoria, Fig. 11), welche oft massenhaft im Sommer, besonders auf Flieder, sich findet und smaragdgrüne Flügeldecken hat, liefert den Hauptstoff zu den Blasenpflastern.

Familie der Schwellfüße (Oedemerida). Körper oval, oft ziemlich breit; Halsschild meist so breit als die Flügel. Mund vorgestreckt, oft selbst rüsselartig verlängert, sodaß sich die Kopfform derjenigen der Bruchiden nähert. Fühler borstenförmig, kaum gesägt, zuweilen von Körperlänge. Füße sehr lang, dünn, die Schenkel oft ansehnlich verdickt, sodaß die auf Blumen lebenden Käfer (Oedemera coerulea, Taf. 26, Fig. 12) gut springen. Die Vorderhüften stehen dicht zusammen. Die Larven leben in Mulm, sind langgestreckt, vorn etwas breiter.

Dritte Gruppe (Tetramera),

An allen Füßen nur höchstens vier sichtbare Tarsalglieder.

Familie der Erbsenkäfer (Bruchida). (Erbsenkäfer, Bruchus pisi, Taf. 26, Fig. 13.) Kopf schnauzenförmig, abwärts gerichtet. Oberlippe hervortretend; Taster frei; Fühler lang, derb; Körper kurz, gedrungen. Larven und Lebensart wie bei den Rüsselkäfern. Die Larven leben besonders in Samen von Schotengewächsen und richten oft bedeutenden Schaden an. — Die abgebildete Art in Erbsen.

Familie der Rüsselkäfer (Curculionida). Die Käfer dieser Familie haben meist einen elliptischen Leib und einen mehr oder weniger rüsselförmigen Kopf, an dessen Seiten die Fühler stehen. Die Mundöffnung befindet sich vorn an der Spitze des Rüssels; die Freßwerkzeuge sind nur sehr klein, die Taster unbedeutend, kegelförmig, ohne Zergliederung kaum sichtbar; die Kiefer sehr scharf, beilartig, oft gezähnelt. Die Fühler stehen bei den Gattungen mit deutlichem, langem Schnabel meist in der Mitte desselben oder etwas weiter nach vorn und sind entweder gekniet oder einfach fadenförmig. Bei den gekneten Fühlern ist das erste Glied ungemein lang, stabförmig, die andern Glieder kurz, zuweilen gesägt oder binsenförmig, das oder einige letzte Glieder oft zu einem Knopfe verdickt. An den Seiten des Rüssels sieht man dann eine schiefe Furche, die Fühlergrube, die meist zu den Augen hinzieht und in die das erste Glied des geknieten Fühlers eingelegt werden kann. Die an der Basis des Rüssels stehenden Augen sind klein, zuweilen ausgeschnitten; das Halsschild viereckig, hinten breiter, die Flügeldecken gerippt oder gekörnt und so hart, daß viele dieser Käfer nur schwer mit einer Nadel gespießt werden können. Die Tarsen sind viergliederig; nur selten findet sich ein sehr kleines, [illegible] in einer Höhlung des Schienbeins [illegible] vorletzte Tarsalglied meist herzförmig, [illegible] letzte mit doppelter Klaue.

Die Larven dieser Käfer haben weder [illegible] Augen; sie bohren im Innern von Bäumen [illegible] Früchten und Samen und spinnen sich [illegible] puppung eine Hülle aus feiner Seide. [illegible] sowol, wie die Käfer richten große [illegible] Pflanzungen und Fruchtvorräthen an.

Man hat mehrere Gruppen unter der [illegible] Gattungen unterschieden: Curculionida [illegible] Rüssel und geknickten Fühlern. Zu ihrer [illegible] Gattung Calandra, von welcher eine [illegible] granaria, ihre Eier in das reife Getreide [illegible] Larve (der schwarze Kornwurm, Calandra [illegible] Taf. 26, Fig. 14) höhlt das Getreidekorn [illegible] verpuppt sich darin. Millionen kleiner [illegible] Abbildung ist sehr vergrößert) schlüpfen aus [illegible] treidehaufen aus.

Einer andern Gruppe fehlt die Fühlergrube [illegible] hat einen kürzern Rüssel und einfache Fühler [illegible] gehört der Rebenstecher (Rhynchites betuleti, [illegible] Fig. 15), der Käfer frißt die jungen [illegible] sticht die Blätter an, um die Eier hineinzulegen [illegible] Larven schaben die Blätter ab; der [illegible] wurm (Apion frumentarius); Apion pomonae [illegible] Apfelwurm.

Familie der Borkenkäfer (Bostrychida). Käfer haben einen länglichen platten Leib, [illegible] nur klein und weniger hart als die Rüsselkäfer. Kopf ist kurz, platt, ohne Rüssel, die [illegible] mit einem großen, derben, meist geringelten [illegible] versehen, der meist die Hälfte der Fühler [illegible] Das breite Halsschild deckt oft einen Theil [illegible] der darunter zu hängen scheint. Die [illegible] stets vier Tarsalglieder; die hintern [illegible] den übrigen ab; bei einigen sind die [illegible] zähnelt. Die Larven sind augenlos und [illegible] so kurz und unscheinbar, daß sie manche [illegible] entgingen. Käfer und Larven dieser Familie [illegible] meist in lebenden Bäumen, und zwar [illegible] an Bast und Splint, wodurch die Saftzufuhr [illegible] hindert wird und die Bäume verdorren. Der [illegible] käfer (Bostrychus typographus; Bostrychus [illegible] Taf. 26, Fig. 17), der eigentümliche, [illegible] arabischen Buchstaben ähnliche Gänge [illegible] ders im Harz öfters ungeheure Verheerungen [illegible] Nadelholzwäldern angerichtet. Man nennt [illegible] heit der Bäume, die er verursacht, die [illegible] Einige etwas abweichende Gattungen [illegible] wohnen in Schwämmen; von andern [illegible] venzustande die Pflaumen im Innern zerfressen [illegible] menstutzkäfer, Scolytus pruni, Fig. [illegible] andere arbeiten in Wurzeln, z. B. des [illegible] wurzelkäfer, Hylesinus trifolii, Fig. [illegible] dadurch der Landwirthschaft schädlich.

Familie der Bockkäfer (Longicornia). [illegible] dieser Familie gehörigen, meist großen [illegible] Käfer haben einen länglichen Körper, [illegible] meist flach, die Bauchseite dagegen [illegible] Der Kopf ist vorgestreckt, frei, meist [illegible] kleine, viereckige Halsschild, das oft [illegible] Zacken verziert ist. Augen länglich, [illegible] geschnitten, in dem Ausschnitte ist meist [illegible] eingelenkt. Fühler fadenförmig, [illegible] ebenso lang als der Körper, oft noch [illegible] sehr selten kürzer. Zunge häutig [illegible] spaltig; Unterkinnlade einfach, spitzig. [illegible] deutlich viergliederig; das Klauenglied [illegible]

kleinen Knöpfchen versehen, sodaß die Füße fünf Glieder haben; vorletztes Tarsalglied zweite häufig herzförmig ausgeschnitten, . Die Käfer (Alpenbocktäfer, Rosalia al- 26, Fig. 19) halten sich in Wäldern und am die oft sehr großen Larven bohren alle in nders im Stamme lebender Bäume, haben en rundlichen Kopf ohne Augen und ent- keine oder nur sehr kleine, kaum Gelenke üße. Ihre Kiefern sind, wie die aller an- ohrer, kurz, aber sehr stark und schneidend. n Käfer dieser Familie geben durch Reiben hildes an den Flügeldecken einen knarrenden ich.

der Blattkäfer (Chrysomelina). Körper meist hoch gewölbt; Kopf wenig frei; lich; Fühler fadenförmig, meist elfgliederig. gewöhnlich zweispitzig; Taster kurz. Fuß- ist gezähnt. Die meist metallisch gefärbten attkäfer der Zitterpappel, Lina tremulae, Fig. 20) leben nebst ihren kurzen, meist ten Larven, welche deutlich entwickelte Beine meist warzig, mit Dornen besetzt und viel- b, vorzugsweise von den grünen, saftigen Blättern und Sprossen, der Blattpflanzen sie oft große Verheerungen anrichten. en haben die Eigenthümlichkeit, ihre Ex- auf ihrem eigenen Rücken aufzuhäufen, scheint, zum Schutze, so z. B. die be- kelhaften Larven des schön feuerrothen Li- (Crioceris); andere machen sich selbst Ge- diesem Stoffe. Die abgebildete, grün oder llich glänzende Art findet sich in größter auf Pappeln und Weiden. Zu dieser Fa- ren auch die so schädlichen Erdflöhe (Hal- ine Käferchen mit auf der Stirne sehr nahe stehenden Fühlern und dick geschwollenen en, die wie Flöhe springen, aber auch sehr , und deren Larven die Blätter unserer Ge- en miniren.

Vierte Gruppe (Trimera).

ei deutlich erkennbare Tarsalglieder Beinpaaren.

der Schwammkäfer (Endomychida). Kör- Kopf klein; Halsschild in Form eines Tra- bler länger als Kopf und Halsschild zusam- men, an der Spitze meist knopfartig verdickt. schild viel schmäler als die Flügeldecken Palpen nicht beilförmig endend. Hinter- voneinander abstehend. An den Tarsen Glieder; das vorletzte meist lappig. Meist er, die in Pilzen und Schwämmen leben, auch die kurzbeinigen Larven finden. Die , stark vergrößerte Art (Schwammkäfer, na bovistae, Taf. 26, Fig. 21) lebt im gif- ist.

der Marienkäfer (Coccinellida). Körper ch gewölbt, unten platt; Kopf klein, frei; rz, fadenförmig oder gering keulenförmig; er groß, mit beilförmigem Endgliede. Hals- t, kurz; Füße kurz, dreigliederig; vorletztes d tief gelappt Beim Berühren lassen sie rfen gelben Saft aus den Fugen der Beine en. Lebendige Käfer (Marienkäfer, Cocci- empunctata, Taf. 26, Fig. 22), die gern flie- b, wie die langbeinigen, langhaarigen, röhrigen von Blattläusen nähren, die sie in Menge

Ordnung der Hautflügler oder Immen (Hymenoptera).

Insekten mit beißenden Mundtheilen, ringförmigem, am Rücken verwachsenem Prothorax und häutigen, gleichartigen Flügeln. Vollkommene Verwandlung.

Die Insekten, welche dieser Ordnung angehören, lassen alle deutlich die drei großen Abtheilungen des Körpers, Kopf, Brust und Hinterleib, und meist selbst in der Art getrennt wahrnehmen, daß diese Stücke durch Stiele miteinander verbunden sind. Der Kopf (Bienenkopf, von vorn gesehen, Taf. 26, Fig. 23. Man sieht die Stirne mit den drei Nebenaugen und den seitlichen großen Augen. a Fühler; e Kinnbacken (Mandibeln); f Oberlippe; b Kinnladen (Maxillen); d Lippentaster; c Zunge) sist meist viel breiter als lang und so gestellt, daß die Mundwerkzeuge senkrecht nach unten schauen; die Fühler sind von mittlerer Länge, wol niemals länger als der Körper, meist borstenförmig oder gekniet, selten keulenförmig und nur bei wenigen Gattungen gekämmt oder gesägt. Die zusammengesetzten Augen stehen stets an der Seite des Kopfes und sind meistens bei den Männchen viel größer, als bei den Weibchen, sodaß sie sich manchmal auf dem Scheitel berühren. Auf der Stirn, in dem Raum zwischen den Fühlern und den Augen, stehen drei kleine kugelige Nebenaugen, welche nur äußerst selten bei ungeflügelten parasitischen Gattungen fehlen. Die Mundwerkzeuge bestehen bei allen Hautflüglern aus einer ziemlich kleinen Oberlippe und aus zwei starken, in ihrem ganzen Umfange hornigen Kiefern, welche meistens auf ihrer innern Fläche gezähnelt sind, und zwar in der Weise, daß die Zähne ineinanderpassen. Die Kinnladen sind meist schwach, häutig, oft so sehr verlängert, daß sie eine Art Scheide um die dann gleichfalls verlängerte Zunge bilden; ihre Taster sind stets deutlich, oft stielförmig verlängert. Die Unterlippe ist stets groß, ihre Taster deutlich, und in den meisten Fällen erscheint sie doppelt gespalten und ihr mittlerer Theil, die Zunge, mehr oder minder verlängert und beweglich, während die Seitentheile (Paraglossae) als Nebenanhänge sich zeigen. Die meisten Hautflügler bedienen sich dieser Zunge und der daran angelehnten Kinnladen als eines Schöpfrüssels, um süße Pflanzensäfte, namentlich Honig, aus den Blumen zu saugen, und man hat deswegen auch wol gesagt, daß bei ihnen die Zunge zum Saugorgan umgewandelt sei. Indeß scheint ein wahrhaftes Saugen durch Herstellen eines luftleeren Raums in der That bei den Hautflüglern nicht stattzufinden; sie gebrauchen vielmehr ihre Zunge etwa in ähnlicher Weise zum Schlappen, wie die Hunde sich der ihrigen beim Saufen bedienen.

Die Brust besteht immer aus drei deutlichen, eng miteinander verbundenen Ringen, von denen indessen der erste meist nur sehr klein, der zweite nur selten verlängert oder mit Spitzen bewaffnet ist. Die vier Flügel sind in ihrer Structur gleich, oft von sehr zierlichen, netzförmigen Adern durchzogen, die aber in manchen Fällen den Unterflügeln gänzlich und den Vorderflügeln bis auf einige Rudimente fehlen. Die Vorderflügel sind stets weit größer als die Hinterflügel. Bei vielen Gattungen fehlen den Weibchen, oder den Geschlechtslosen, die Flügel gänzlich; bei andern fallen sie nach dem Begattungsgeschäfte ab oder werden sogar von den Thieren selbst entfernt. Die Füße sind meist schlank und dünn, die Tarsen stets aus fünf Gliedern zusammengesetzt, und meist zwischen den beiden Endklauen ein kleiner mittlerer

Fußballen wahrnehmbar. Der Hinterleib ist gewöhnlich walzenförmig, mehr oder minder gestreckt, und sitzt entweder mit seiner ganzen Fläche oder nur mit einem dünnern Stiele, der zuweilen sehr verlängert ist, an dem hintern Ende der Brust; bei manchen Gattungen ist sogar diese Einlenkungsstelle weit oben auf den Rücken versetzt, sodaß es manchmal scheint, als wäre der Stiel der Mittelbrust eingepflanzt.

Die Weibchen sämmtlicher Hautflügler sind an dem hintern Ende des Leibes mit einem eigenthümlichen Apparate versehen, welcher je nach besondern Modificationen seiner Structur bald als Legesäge (terebra), bald als Stachel (aculeus) bezeichnet wird, indessen stets nach demselben Typus gebaut ist. Es besteht derselbe im wesentlichen aus einem mittlern, bei den Legesägen meist geraden und ziemlich geräumigen, bei den Stacheln säbelförmig gekrümmten Halbkanale, der mit dem Ende des Eileiters in Verbindung steht und in dessen Rinne zwei scharfe, meist an ihrem Ende gezähnelte Spitzen auf und nieder bewegt werden können. Mit diesem Stilet stehen verschiedene Hornstücke in Verbindung, welche sattelartig das Ende des Mastdarms und des Eileiters umgeben und starken Muskeln zum Ansatz dienen, die theils zur Bewegung des Stilets im ganzen, theils zum Hin- und Herziehen der innersten Borsten bestimmt sind. Bei den eigentlichen Stacheln sind diese Hornstücke stets nur kurz und im Innern des Leibes verborgen; bei den Legeröhren aber senden sie meistens Fortsätze nach hinten, die eine zweiklappige Scheide um das Stilet bilden. Zuweilen sind diese Theile, das Stilet wie seine beiden Klappen, länger als der Körper, oft aber können sie gänzlich zurückgezogen werden und treten nur dann hervor, wenn das Thier verwunden oder behufs des Ablegens seiner Eier ein Loch bohren will. Die eigentlich verwundenden Theile, durch deren Hinund Herziehen auch das Sägen oder Bohren bewerkstelligt wird, sind die beiden innern Stachelborsten, während die Halbrinne des Stilets sowie die äußern Klappen nur zur Fixation des ganzen Apparats dienen.

Das Nervensystem besteht meist aus dem Gehirn, zwei Brustknoten und fünf bis sechs Bauchknoten, deren beide letztern oft miteinander verschmolzen sind. Der Verdauungskanal ist meistens sehr einfach; der lange Schlund zeigt meistens eine dünnwandige Erweiterung, die sich zuweilen zu einem förmlichen Saugmagen abschnürt, der mittels eines kurzen Stiels in den Mund einmündet; Magen und Darm sind bei denjenigen Hautflüglern, welche lange leben, vielfach gewunden, bei den andern fast gerade; die Harngefäße sind sehr zahlreich und meistens vielfach gewunden, die Speicheldrüsen meist ziemlich verästelt, traubenförmig und oft gänzlich in dem Kopfe verborgen. Die Luftröhren vereinigen sich in zwei seitlichen Hauptstämmen, aus welchen die Aeste an die Körperorgane ausgehen, zeichnen sich aber durch vielfache blasige Anschwellungen aus, die besonders oft in dem Hinterleibe eine ungemeine Größe erreichen. Die Zahl der Eierröhren wechselt von einer einzigen bis zu hundert und mehr auf einer Seite, und stets sind diese Eierröhren mehrkammerig, sodaß manche Weibchen eine ungemeine Fruchtbarkeit entwickeln können. Die Samentasche ist stets vorhanden und bei denjenigen Weibchen, welche nach einer einmaligen Begattung zuweilen selbst Jahre hindurch befruchtete Eier legen, ziemlich groß. Die Samenthierchen erhalten sich lange Zeit in der Samentasche unverändert am Leben. Durch diese Einrichtung wird der Fortbestand und die Erneuerung der jährlichen Gesellschaften, welche bei vielen Hautflüglern [illegible] einzig ermöglicht, indem die Weibchen [illegible] begatten, dann in irgendeinem Schl[illegible] wintern und dennoch durch die in ihre[illegible] aufgespeicherte Samenmasse fähig sind, [illegible] Frühjahrs befruchtete Eier und dann [illegible] einer neuen Gesellschaft zu legen. [illegible] Beziehung zu den weiblichen Geschlechts[illegible] den stacheltragenden Hautflüglern eine [illegible] wundenen Schläuchen bestehende Drüse, [illegible] freie Ameisensäure absondert, die sich [illegible] Giftblase sammelt und durch die [illegible] Stachels beim Stechen in die Wunde [illegible] Die männlichen Geschlechtstheile [illegible] zwei, meist traubenförmigen Hoden, [illegible] führungsgänge noch zwei Nebendrüse[illegible] Die röhrenförmige Ruthe wird von zw[illegible] klappen, die den Scheiden der Legeröh[illegible] eingeschlossen. Giftdrüse und Stachel [illegible] männlichen Hautflüglern durchaus.

Mit Ausnahme der Blatt- und Holz[illegible] Larven durch den Besitz von sechs echt[illegible] falschen Füßen den Raupen ähnlich sehe[illegible] Hautflügler fußlose Larven mit einem [illegible] Körper und hornigem oder selbst weich[illegible] dessen Ende meist zwei starke, gekrümm[illegible] kurze Kinnladen mit Tastern hervorstehen. [illegible] ven puppen sich alle nach kurzer Zeit [illegible] und spinnen sich zu diesem Ende eine [illegible] regelmäßige Hülle von Seidenfaden. [illegible] fußlos sind, so sorgen die Mütter für [illegible] kommen der hülflosen Würmchen entweder [illegible] proviantirung ihres Nestes, wonach sie [illegible] vorgeschriebenen Entwickelungsgange überl[illegible] sie füttern auch die Larven täglich mit [illegible] sie für die Nachkommenschaft sammeln. [illegible] werden die Larven der in Gesellschaft [illegible] flügler gefüttert, während die Einsam[illegible] ein für allemal mit Nahrung versehen. [illegible] getragene Proviant besteht theils aus [illegible] Blumenstaub, theils aus lebenden, durch [illegible] gelähmten Insekten. Wir werden wenig[illegible] merkwürdigen Erscheinungen näher ins [illegible] welche bei dieser Sorge für die Jungen [illegible] wurden.

Gruppe der Stachelträger (Acu[illegible]

Weibchen und Arbeiter mit einem ziehbaren Giftstachel bewaffnet.

Familie der Bienen (Apida). (Hon[illegible] Arbeitsbiene, Taf. 26, Fig. 24; Königin, [illegible] Drohne, Fig. 26; Arbeiterin, Fig. 27) [illegible] zeigen einen gemeinsamen Charakter in der [illegible] Hinterfüße, an welchen das erste Glied [illegible] bedeutend verbreitert ist und eine bald [illegible] eckige, bald mehr dreieckige Platte darst[illegible] noch mit Haaren oder Borsten versehen [illegible] Eintragen des Blumenstaubes dient. Da[illegible] zeuge der Bienen sind sehr verschieden [illegible] Wespen; die Oberlippe ist klein, [illegible] Kiefer mehr oder minder hakenförmig, [illegible] entweder glatt oder nur mit einem Zahn [illegible] die Kinnladen, meist außerordentlich verlängert, oft säbelförmig, ihre Taster klein, [illegible] die Lippe gewöhnlich ungemein lang, [illegible] am Grunde mit zwei Schuppen und mit [illegible] versehen; sie bildet einen Schöpfrüssel, [illegible] Honig aufgesaugt wird. Die Flügel [illegible] gleich, die vordern weit größer als die [illegible]

'en Stellen behaart, was zur Sammlung ıstaubes benutzt wird, der bei den einen nterfüßen (Apis, Bombus, Anthophora, locopa), bei andern an dem Bauche (Osnilus, Anthocopa, Anthidium), bei andern t (Panurgus, Andrena, Halictus, Ancyla, sammelt, geballt und so nach Hause ge-. Bei allen einsam lebenden Bienen ınır zweierlei Individuen, Männchen und während bei den geselligen verkümmerte Geschlechtslose oder Arbeiter vorkommen, ıptsächlich die Einsammlung der Vorräthe rge für die Jungen obliegt.

nsart der verschiedenen Bienen zeigt sehr Verhältnisse. Es gibt eine Gruppe (Psileremus, Melecta, Nomada), deren Larahrung von Honig und Blumenstaub anıd, ohne daß die Mütter im Stande wären, ammeln und einzutragen. Die zu dieser ɔdrigen Gattungen legen ihre Eier in ähnıe wie die Goldwespen in die Nester der enen, besonders der einsam lebenden, und entstehenden Larven, die sich weit schneller als der rechtmäßige Bewohner, zehren die selben bestimmte Nahrung auf und weihen dem Hungertode. In einer andern Gruppe Anthophora, Macrocera, Melitturga) bauen en eigentliche Nester, die aus einem Haufen bestehen, deren jede zum Wohnsitz einer mmt ist. Jede dieser Zellen wird mit einem ichen Brei, der aus Honig und Blumenıuneugeknetet ist und der Larve bis zu ihrer ıg hinreichende Nahrung bietet, angefüllt. wird dann, nachdem ein Ei hineingelegt ssen und die Larve ihrer weitern Entwickassen. Die meisten dieser Nester werden in oder in Mauern angelegt (Colletes, Anegachilus, Panurgus, Halictus) und die s einem erhärteten Teige gebaut, den die erst mit ihren Kinnbacken durcharbeiten und den Beinen und dem Munde formen. Anıngen, die man Mauerbienen genannt icodoma, Osmia, Heriades, Chelostoma), u ihren Nestern den Mörtel der Mauern, en außerordentlich harte klumpenartige Ge welche etwa wie Schwalbennester an Mauern ɔen angeklebt werden und wo zuweilen die ı ziierlich geschnittenen Pflanzenblättern ausɔerden. Megachila. Noch andere (Centris, bohren in altem Holze einen Gang, an ɔe sich die in verschiedenen Stockwerken überegenden Zellen befinden.

ıesellig lebenden Bienen (Apis, Melimbus) sind die einzigen, welche ein wahres an dem ersten Tarsalgliede des Hinterfußes n welchem die sogenannten Höschen, d. h. ten Klumpen geballte Ladung von Blumench Hause getragen werden. Ihre Gesellnd bald jährig, wie diejenigen der Hummeln, erno, wie die der Honigbienen, und ihre chnen sich stets dadurch aus, daß die für die estimmten Zellen nur aus einem eigenthümsonderungsstoffe, dem Wachse, gebildet werses Wachs wird in dünnen Blättchen zwischen enen des Hinterleibes an bestimmten Stellen t, dort hervorgezogen und mittels des Speieicht und verarbeitet.

ıummeln bauen die unregelmäßigsten Nester. ruchtete Weibchen gräbt eine Vertiefung in die breit und wenig tief ist, und überwölbt diese Höhlung mit einer Moosdecke, welche sie innen mit einer dünnen Wachsschicht auskleidet. Sobald dies Nest einige Ausdehnung erlangt hat, so trägt die Hummel Honig und Blumenstaub ein, den sie zu einem Teige verarbeitet und zu unregelmäßigen Kugeln ballt; in diese Masse legt sie die Eier, und während die bald ausgeschlüpften Larven innen fressen, fügt das Weibchen von außen stets neue Massen von Futter hinzu, sodaß der unregelmäßige Haufen einer Trüffel nicht unähnlich sieht. Die Larven verpuppen sich nun, indem sie sich Zellen spinnen, welche einem Fingerhute nicht unähnlich sehen; aus den Puppen kommen kleine Weibchen hervor, welche ihrer Mutter sogleich in den Arbeiten helfen, indem sie die unterdeß herangewachsenen Larven füttern und die übrigen leergewordenen Fingerhutzellen mit Honig füllen. Aus den gefütterten Larven entstehen kleinere Männchen, und Weibchen, die sich begatten und von denen nachher die Weibchen ebenfalls bei den Arbeiten helfen; erst gegen das Ende des Sommers werden diejenigen Eier gelegt, aus denen die Männchen und Weibchen der großen Rasse hervorkommen, welche bestimmt sind, die Art über den Winter fortzupflanzen. Sobald die Individuen dieser größern Rasse sich begattet haben und die Kälte beginnt, so löst sich die Gesellschaft auf; die noch vorhandenen Larven und Puppen werden aus den Zellen herausgerissen und umgebracht; die Individuen der kleinern Rasse sowie die Männchen kommen vor Hunger und Kälte um, und die überbleibenden Weibchen der größern Rasse gründen im Frühjahr eine neue Gesellschaft.

In einem gewissen Gegensatze zu den jährlichen Gesellschaften stehen die dauernden Gesellschaften, welche von den Honigbienen und den eigentlichen Ameisen gebildet werden. Die Wohnungen, welche von diesen Thieren errichtet werden, dienen nicht nur zur Erziehung der Jungen während des Sommers, sondern auch zur Herberge der ganzen Gesellschaft während des Winters. Die Gesellschaften der Bienen bestehen immer aus einem einzigen Weibchen, der sogenannten Königin, aus 600—1000 Männchen, den Drohnen, und aus 15—30,000 verkümmerten Weibchen, den Arbeiterinnen, welche die Sorge für die Jungen und für das Einsammeln der Vorräthe allein tragen. Auch hier wird die Gesellschaft, welche sich neu bildet, stets nur von dem einzigen Weibchen gegründet, das aber sogleich von einer verhältnißmäßigen Anzahl Männchen und Arbeiter begleitet wird. Die neuen Bienengesellschaften entstehen im Laufe des Sommers, indem eine gewisse Anzahl von Männchen und Arbeitern, mit einem Weibchen an der Spitze, den Mutterstock verlassen; man nennt dies das Schwärmen. Der erste Schwarm, welchen eine Gesellschaft liefert, wird von den ursprünglichen Bewohnern des Stocks gebildet, die darin überwintert, also von einem befruchteten Weibchen und einer Anzahl Arbeiter; sie verlassen den Stock, um ihrer Nachkommenschaft Platz zu machen, und fliegen, in dickem Haufen der Königin folgend, so lange umher, bis diese sich irgendwo niederläßt. Die wilden Bienen wählen zu ihrer Ansiedelung die Löcher hohler Bäume; bei den zahmen benutzt man die Niederlassung der Königin, um sie in einen neuen Stock zu fassen. Sobald die Königin sich fixirt hat, so beginnen unmittelbar die Arbeiten. Zuerst werden alle Ritzen und Zugänge bis auf ein kleines Flugloch mit einem klebrigen Stopfwachse (propolis) zugeklebt, und dann die Waben begonnen, die aus doppelten Schichten sechsseitiger Zellen bestehen, welche mit den Böden aneinanderstoßen. Die Waben sind an der Decke des Stockes senkrecht aufgehängt und durchweg aus Wachs gebaut,

welches sich in dünnen Blättchen zwischen den Schienen des Hinterleibes bildet und von der Biene mittels der Kiefer und der Füße verarbeitet wird. Die südamerikanischen Honigbienen (Melipona) bilden dagegen aufrecht stehende, krugähnliche Zellen, ähnlich den Amphoren, welche sie mit Honig füllen und mit engem Halse und Deckel schließen. Zugleich mit dem Bau der Waben beginnt das Eintragen des Honigs, den die Biene in ihrem Saugmagen nach Hause bringt und durch Erbrechen in die Zellen entleert, und des Blütenstaubes, der in der Form von Höschen an den Hinterbeinen getragen wird und innerhalb des Stocks zu einer eigenthümlichen Masse, dem sogenannten Bienenbrote, verarbeitet wird, das besonders zur Nahrung der Larven dient. Sobald die Waben und ihre Zellen einigermaßen im Baue vorgerückt sind, so beginnt die Königin, die noch von dem vorigen Jahre her befruchtet ist, das Eierlegen. In jede Zelle wird ein Ei an den Boden geheftet; anfangs legt die Königin nur Arbeitereier, nach einiger Zeit aber werden Zellen gebaut, welche um zwei Drittel größer sind als die gewöhnlichen Vorraths- und Arbeiterzellen, und in denen die Drohnen sich entwickeln. Nach den Drohnenzellen erst bauen die Arbeiter einige wenige Zellen, höchstens sechs bis zehn, von der Form einer Flasche oder einer langgestreckten Birne, die irgendwo an die Waben angeklebt werden, senkrecht mit der Oeffnung nach unten schauen und zur Erziehung von Königinnen bestimmt sind. Eine einzige solche Zelle enthält etwa so viel Wachs als hundert Arbeiterzellen. Die Königin legt zuletzt in jede dieser Zellen ein einziges Ei. Sie lebt vier bis fünf Jahre. Die Eier entwickeln sich mit verschiedener Schnelligkeit. Die wurmartige Larve schlüpft nach drei Tagen aus; die ganze Entwickelungszeit von dem Legen des Eies an bis zum Ausschlüpfen der vollkommenen Biene beträgt für eine Königin 16 Tage, für eine Arbeiterin 20 Tage, für eine Drohne 24 Tage, und die Unterschiede sind hauptsächlich durch den Puppenzustand bedingt, der bei der Königin 8, bei der Arbeiterin 11, und bei der Drohne 14 Tage dauert. Während der Larvenzeit werden die fußlosen weichen Würmchen von den Arbeiterinnen sehr sorgsam gefüttert, und die Zelle, sobald sie sich verpuppen, mit einem Wachsdeckel geschlossen. Die dem Ausschlüpfen nahe junge Königin bringt einen eigenthümlichen Ton hervor (Tüten); sobald dies gehört wird, versammelt die alte Königin einen Theil des Volks und wandert aus, um einen neuen Hausstand zu bilden (Schwärmen). Die erste der auskriechenden Königinnen tödtet sogleich nach ihrer Geburt die noch in der Zelle eingeschlossenen weiblichen Puppen und bleibt fortan an der Spitze der Gesellschaft; schlüpfen mehrere Weibchen zugleich aus, so kämpfen sie so lange untereinander, bis eine überbleibt; ist aber unglücklicherweise die alte Königin durch schlechtes Wetter am Schwärmen verhindert worden, bevor die jungen Königinnen ausschlüpfen, so werden diese letztern von ihr ohne Gnade umgebracht, ohne daß die Arbeiter sich widersetzen. Geht durch irgendeinen Zufall die Königin zu Grunde, ohne daß Larven oder Puppen im Stocke vorhanden sind, so bilden die Arbeiter sich dadurch eine neue Königin, daß sie eine Arbeiterlarve, die noch nicht drei Tage alt ist, in eine königliche Zelle bringen und mit königlichem Futter nähren; in diesem Falle entwickeln sich die Geschlechtstheile, während dieselben bei dem gewöhnlichen Arbeiterfutter rudimentär bleiben. Die junge Königin verläßt bald nach ihrem Ausschlüpfen in Begleitung der Drohnen den Stock, begattet sich, wie dies die meisten Hautflügler thun, hoch oben in der Luft, kehrt dann in den Stock zurück und legt nun Eier in derselben erst Arbeitereier, dann Drohneneier, [illegible] Königinnen. Die Puppen der letzten [illegible] Zeit des Ausschlüpfens von den [illegible] und die Königin von ihrer Tödtung [illegible] Sobald sie dies bemerkt, verläßt [illegible] Arbeitern den Stock und bildet einen [illegible] indem sie während des ganzen Jahr[illegible] eier legt, bis zum nächsten Frühjahr [illegible] Kreislauf der Erscheinungen beginnt, [illegible] her beschrieben. Während des [illegible] Arbeiten in den Bienenstöcken auf, [illegible] im Monat August, werden sämmtl[illegible] die der Gesellschaft angehören, [illegible] umgebracht.

Die Familie der **Wespen** (Vespa[illegible] Vespa vulgaris, Taf. 26, Fig. 28) theil[illegible] der Bienen ihre Geselligkeit in Wo[illegible] bau. Es kommen bei ihnen nur fruch[illegible] und Männchen, keine sogenannten Geschl[illegible] dagegen legen bei einigen Gattungen [illegible] die unbefruchteten Weibchen im Sommer [illegible] denen sich Weibchen entwickeln. Die [illegible] ihre Jungen und füttern die Larven [illegible] mit Honig auf; es finden sich indeß [illegible] gänge zu den Grabwespen, daß einig[illegible] (Odynerus, Masaris, Synagra) die gemeinsam bauten Nester mit lebenden Insekten [illegible] Der Kopf der Wespen ist meist [illegible] kurz, nach dem Ende hin etwas verd[illegible] kurz, aber sehr kräftig, fast ebenso [illegible] schief abgestutzt und mit vier Zähnen [illegible] Zunge kurz, beinahe herzförmig; die [illegible] schnitten; die Schienen der Hinterbeine [illegible] Tarsen aber ohne irgendwelche Ent[illegible] Oberflügel werden der Länge nach [illegible] faltet, ein Charakter, welcher nur diese[illegible] kommt. Die Gesellschaften der Wespen [illegible] diejenigen der Hummeln, zu den Sommer[illegible] die sich im Winter auflösen und im [illegible] den befruchteten Weibchen, welche die [illegible] einem Schlupfwinkel überstanden haben, [illegible] werden. Die Nester der Wespen sind [illegible] verfertigt, das von der Wespe aus [illegible] gebildet wird, und wovon sie Stückchen [illegible] anklebt und dann mit der Zunge glätten. Neste der gewöhnlichen Wespe, die [illegible] räumigen Höhle unter der Erde angelegt [illegible] rend die Hornisse das ihre in hohle Bäume [illegible] Arten es ganz frei an einem Stiele aufhängen [illegible] sich vier bis zehn horizontale Kuchen, [illegible] Schicht sechseckiger senkrechter Zellen [illegible] bekanntlich in den Bienenstöcken die [illegible] aus zwei Schichten horizontaler Zellen [illegible] mit den Böden aneinanderstoßen. In [illegible] nestern sind die horizontalen Waben durch [illegible] räume getrennt, welche den Wespen [illegible] umherzugehen, und die Festigkeit der [illegible] durch Pfeiler hergestellt, welche hier [illegible] zelnen Waben miteinander verbinden. [illegible] nest enthält stets nur wenigen Vorrath, [illegible] da die Larven unmittelbar mit dem [illegible] was die Wespen von ihren Ausflügen [illegible] Diese sammeln gewöhnlich Honig, [illegible] süßen Früchten, greifen aber auch [illegible] an, die Honig sammeln, wie namentlich [illegible] Fliegen; in der Noth begnügen sie sich [illegible] mit andern Insekten und sonstigen [illegible] besonders Fleisch, welches sie ihren [illegible] Diese haben im Gegensatze zu den [illegible]

elche denen der vollkommenen Insekten ähn-
und mit welchen sie an den Wänden ihrer
ten, sobald sie Hunger empfinden.
der Grabwespen (Crabronida). Nur
und Weibchen, keine Gesellschaften. Flügel
ar, meist reich geadert. Kopf breit; Fühler
beiden Geschlechtern gleich lang. Kiefertaster
rig, Lippentaster vierglieberig. Schenkel glatt,
e der meist langen Hinterbeine gewöhnlich
sodaß sie leicht graben können. Prothorax
g. Die abgebildete Art (Sandwespe, Am-
sabulosa, Taf. 26, Fig. 29) sehr häufig an
Orten.
der Wegwespen (Pompilida). Unter-
ch von der vorigen nur durch die langen
ie beim Weibchen kürzer sind als beim Männ-
durch den seitlich nach hinten bis zur Flügel-
erlängerten Prothorax. Die abgebildete Art
espe, Pompilus viaticus, Taf. 26, Fig. 30)
gen Wegen.
Familien, die man deshalb auch oft unter
einsamen Namen der Grabwespen zu-
ßt, haben dieselbe Lebensart und Sitten.
n einsam, niemals in gemeinsamen Nestern
esellschaft; beide Geschlechter sind vollkommen
und die Weibchen tragen Sorge, den an
schützten Orte lebenden Larven die bis zu
puppung nöthige Nahrung beizugeben, welche
er aus lebenden Insekten besteht. Die meisten
iere bohren zu diesem Zwecke Gänge in die
er in Holz, wo sie der Larve nebst ihrem
ein Nest bereiten; andere mauern selbst mit
nd Mörtel förmliche Zellen auf, in welchen
e verborgen ist. Der Proviant, welchen diese
hren Larven beigeben, besteht aus lebenden
und Larven aller Ordnungen, sowie auch
nnen, welche in dem Neste aufgeschichtet und
h von der sich entwickelnden Wespenlarve ver-
erden. Eine jede Grabwespe verproviantirt
nur mit einer bestimmten Art von Thieren,
hrend die einen sich mit leichter Mühe der
oder Larven bemächtigen, die ihnen keinen
nd entgegensetzen können, so kostet es den
ost einen harten Kampf, bevor sie eine Biene,
inne oder gar eine Küchenschabe überwältigt
Meist siegen diese Wespen durch Ueberraschung,
ie plötzlich auf ihre Beute losstürzen, die im
Schrecken regungslos stehen bleibt und ehe sie
ucht bewerkstelligen kann, von den scharfen
der Wespe an dem Kopfe gepackt wird. In
en Augenblicke biegt die Grabwespe ihren
n Hinterleib unter den Bauch der Beute und
en Stachel an irgendeiner weichen Stelle ein.
rwundung hat unmittelbar eine eigenthümliche
ng des Getroffenen zur Folge; das gestochene
ann meistens noch seine Beine schwach bewegen,
r sonst in einem Zustande, wie wenn es in
Schlaf versunken wäre, sodaß es ihm unmöglich
stehen, zu gehen oder irgendeine willkürliche
ung auszuführen. In diesem gelähmten, willen-
ustande bleiben die getroffenen Thiere nicht nur
ondern wochen- und monatelang am Leben und
n sich frisch und weich, ohne einzutrocken, sodaß
rve, welche sie verzehren soll, die gehörige Nah-
aus ihnen ziehen kann, während sie doch un-
ind, dem unbehülflichen, fußlosen Wurme, wel-
e auffrißt, auch nur den mindesten Widerstand
enzusetzen.
Familie der Goldwespen (Chrysida) besteht
rzen, dickleibigen Wespen, deren runder Hinter-
leib meist abgeplattet und auf der untern Fläche so ausgehöhlt ist, daß das Insekt ihn wie ein Schild unter die Brust schlagen und auf diese Weise sich förmlich zusammenkugeln kann. Der so gebildete Hinterleib scheint nur aus drei Ringeln zusammengesetzt, da die übrigen hintern Ringel nach innen eingeschoben sind. Die Fühler der Goldwespen sind geknieet und aus dreizehn Gliedern zusammengesetzt, von denen das erste sehr lang ist und den Stiel der Geisel bildet. Die Adern der Flügel sind meist sehr unvollständig entwickelt; die Legeröhre ist nur kurz, aber dick und stark, sodaß die Thiere empfindlich damit stechen können; da sie aber nicht in Verbindung mit einem Giftbläschen steht, so ist auch dieser Stich bei weitem nicht so empfindlich oder bösartig, als derjenige der eigentlichen stacheltragenden Hautflügler, zu welchen die Goldwespen den Uebergang bilden. Die Larven der Goldwespen, soweit man sie bisjetzt beobachtet hat, leben hauptsächlich in den Nestern der Grabwespen und der einsamen Bienen, deren Larven sie auffressen. Die Goldwespen schleichen sich in diese Nester ein, indem sie den Augenblick abpassen, wo die Biene oder Grabwespe sich entfernt, um Provision zu holen; die Goldwespe legt dann ihre Eier an Stellen, wo sie von der heimkehrenden Erbauerin des Nestes nicht leicht entdeckt werden können; oft indeß werden sie bei diesem Geschäft von jener überrascht und mit äußerster Wuth angegriffen, wo ihnen dann die Fähigkeit, sich zusammenzukugeln, ein vortreffliches Vertheidigungsmittel bietet.

Familie der Wespenameisen (Heterogyna). Die vollkommenen Insekten sind groß, stark behaart, namentlich an den kurzen dicken Beinen, und haben kurze, an der Spitze verdickte Fühler, die besonders beim Weibchen sehr kurz sind. Der Stiel des eiförmigen Hinterleibes erscheint so kurz, daß besonders beim Männchen der Hinterleib unmittelbar an der Brust angefügt scheint. Die Weibchen sind entweder, wie bei den Gartenwespen (Scolia), geflügelt, aber in Form und Farbe von den Männchen verschieden, oder wie bei Mutilla und ähnlichen Gattungen, gänzlich ungeflügelt und so sehr von den Männchen verschieden, daß man sie sogar andern Familien zutheilte. Die einzige Art von Scolia, deren Haushalt bisjetzt beobachtet wurde, sucht die Larve des Nashornkäfers, welche hauptsächlich in Gartenerde lebt, an ihrem Wohnorte auf und klebt ihr, aber ohne sie zu stechen ein Ei auf den Rücken, aus dem später die Larve hervorgeht, welche den Engerling des Nashornkäfer auffrißt, der so groß ist, daß er zwei Larven der Gartenwespe genügende Nahrung bieten könnte.

Die Weibchen der in Europa lebenden Mutillen (Spinnenameise, Mutilla europaea, Taf. 26, Fig. 31) gleichen in der Gestalt großen Ameisen und halten sich, wie ihre Larven, in Hummelnestern auf.

Familie der Ameisen (Formicida). Die Ameisen leben in ständigen Gesellschaften, welche aus stets geflügelten Männchen, aus zur Begattungszeit geflügelten Weibchen und aus stets ungeflügelten Arbeitern zusammengesetzt sind. Der Kopf dieser Thiere ist dreieckig, durch einen Stiel von der Brust geschieden, mit scharfen, massiven, auf der innern Fläche gezähnelten Kiefern versehen; die Augen sind klein, meist rund; die Fühler geiselförmig geknickt, das erste Glied lang und gerade, das Ende aus vielen kleinen Gliedern zusammengesetzt. Die Brust erscheint lang, zusammengedrückt; der Hinterleib bestielt, und zwar ist dieser Stil entweder aus einer Schuppe oder aus einem bald einfachen, bald doppelten Knoten gebildet. Viele Ameisen besitzen einen Stachel, andern aber geht der-

selbe ab und sie besitzen dafür die Fähigkeit, die in der Giftblase enthaltene Flüssigkeit, wasserfreie Ameisensäure, eine Strecke weit zu spritzen. (Gelbe Ameise, Formica flava, a Arbeiterin, b Männchen, Taf. 26, Fig. 32; braune Waldameise, Formica herculeana, Fig. 33 Weibchen, Fig. 34 Arbeiterin.)

Die Gesellschaften der Ameisen haben einen noch verwickeltern Haushalt als die der Bienen. Die meisten dieser Thiere bauen sich unter der Erde an, indem sie Gänge, Zellen und Kammern aushöhlen und mit verhärtetem Lehm überwölben. Auch diejenigen Wohnungen, welche über der Erde, hauptsächlich aus Holz zusammengetragen sind, besitzen einen unterirdischen Theil, in welchen sich die Ameisen bei drohender Gefahr oder im Winter zurückziehen. Alle Gesellschaften bestehen aus geflügelten Weibchen, kleinern Männchen und noch kleinern ungeflügelten Arbeitern; meistens unterscheidet man bei diesen letztern zwei Rassen, eine größere, welcher die Vertheidigung der Wohnung obliegt, und eine kleinere, der die speciellen Arbeiten des Haushaltes zufallen. Bei den amerikanischen Wanderameisen bestehen die zahlreichen Truppen, die in langen Colonnen marschiren, nur aus kleinern Arbeitern; die Individuen der größern Rasse marschiren ganz in ähnlicher Weise wie Offiziere zur Seite der Colonnen, und man sieht sie häufig auf überragende Zweige oder Blätter klettern und von diesem erhöhten Standpunkt aus den Zug der Truppen aufmerksam beobachten.

Die Ameisen sammeln durchaus keine Vorräthe ein, sondern fallen im Winter in eine Art Schlaf, während dessen sie keine Nahrung zu sich nehmen. Während der Sommerszeit nähren die Arbeiter nicht nur sich, sondern auch die Larven, die Weibchen und die Männchen, welche alle unthätig sind, mit allen möglichen organischen Stoffen, besonders aber mit süßen Pflanzensäften, die ihnen namentlich durch die Blattläuse verschafft werden, indem diese auf dem Hinterleibe zwei Röhren besitzen, aus welchen von Zeit zu Zeit ein süßer Honig quillt, welchen die Ameisen sehr begierig auflecken. Die Blattläuse werden von den Ameisen mit der größten Sorgfalt behandelt, von abgestorbenen Zweigen und Sprossen auf frische, lebende Blätter versetzt und mit den Fühlhörnern so lange geliebkost, bis sie Honigsaft von sich geben. Die meisten Arten von Ameisen bauen von ihrem Neste aus bedeckte Wege, wahre Kunststraßen, nach den Bäumen und Sträuchern, auf denen sich die Colonien ihres Melkviehes befinden; andere bringen selbst solche Blattläuse, welche an Wurzelstöcken hausen, in ihre Nester, wo sie sie den Winter über halten. Außer der Sorge für die Nahrung und Fütterung der übrigen Glieder der Gesellschaft bestehen die hauptsächlichsten Beschäftigungen der Arbeiterameisen noch besonders in der Wartung der Puppen, der sogenannten Ameiseneier, welche sie beständig zwischen ihren Kiefern umherschleppen, um sie bald an die Sonne, bald tiefer hinab in die Gänge zu tragen, sowie in der Sorge für das Haus, dessen Zugänge am Morgen geöffnet, am Abend aber regelmäßig geschlossen werden.

Einige Arten von Ameisen zeigen noch verwickeltere Verhältnisse in ihrem Haushalte. Die geschlechtslosen Individuen der blutrothen und der röthlichen Ameise (Polyergus), welche in unsern Gegenden vorkommen, arbeiten selbst nicht, sondern machen nur förmliche Kriegszüge, um die Stöcke anderer Ameisen zu überfallen und die Puppen der Arbeiter daraus zu rauben. Meistens ist ihre Taktik die, daß sie plötzlich einen benachbarten Ameisenhaufen überfallen, und wenn seine Bewohner sich zur Wehre stellen, mit der Hauptmasse eine förmliche Schlacht liefern, während [illegible] Haufen die Flügel des Feindes [illegible] Stod desselben ausplündern. Das [illegible] einem solchen Kampfe mit Leichen bedeckt, [illegible] beißen sich mit der größten Erbitterung [illegible] Verwundeten und Kampfunfähigen [illegible] Freunden aus dem Getümmel an sichere [illegible] geschleppt. Die geraubten Puppen entwickeln [illegible] in der Wohnung der Räuber und verrichten [illegible] liche Sklavendienste, indem sie allein alle [illegible] Haushaltes übernehmen, ihre unthätigen [illegible] und deren Larven besorgen. So entstehen [illegible] mischten Ameisengesellschaften, in welchen [illegible] dividuen existiren: Männchen, Weibchen [illegible] führende Individuen (sogenannte Amazonen) [illegible] Art, und arbeitende Sklaven einer andern [illegible]

Die Gründung neuer Ameisengesellschaften [illegible] in folgender Weise: Im August verlassen [illegible] Schwärme geflügelter Männchen und [illegible] Nachmittag die Stöcke und begatten sich [illegible] Die Männchen sterben fast unmittelbar [illegible] gattung; die meisten Weibchen werden [illegible] beitern eingefangen und in den Stock [illegible] wo sie besonders im nächsten Frühjahr [illegible] Die nicht eingefangenen befruchteten Weibchen [illegible] sich zuerst die Flügel aus, welche sehr lose [illegible] meln stehen, und höhlen dann einen [illegible] Erde aus, dem sie Kammern beifügen, [illegible] Arbeitereier legen. Sobald diese sich entwickelt [illegible] helfen sie ihrer Mutter bei ihren Arbeiten, [illegible] mit ihr und führen dann im nächsten [illegible] Wirthschaft weiter, während das Weibchen [illegible] ähnlicher Weise, wie bei den Bienen, fort [illegible] mit Eierlegen beschäftigt, und auch dieses [illegible] folge beibehält, indem es erst Arbeitereier, [illegible] liche und weibliche Eier legt.

Gruppe der Bohrwespen (Terebr[illegible])

Das Weibchen besitzt einen von zwei [illegible] lichen Klappen umgebenen Legebohrer (Terebra), der nicht ganz in den Leib [illegible] gezogen werden kann und oft sehr [illegible]

Außerordentlich zahlreich ist die Familie [illegible] lichen Schlupfwespen (Ichneumonida), [illegible] einen langen, schmalen Körper, kleinen, [illegible] ovale Brust und langen Hinterleib haben. [illegible] sehr dünn gestielt ist, bald auch mit [illegible] Breite aufsitzt. Die Fühlhörner sind meist [illegible] borstenförmig, selten gezähnelt oder keulenförmig; [illegible] bei dem lebenden Insekte fast beständig [illegible] vibrirender Bewegung; die Mundtheile [illegible] schwierig unterscheiden, die Kiefer sind [illegible] zähnig, die Unterlippe sehr klein, ihre [illegible] gliederig, während die Ladentaster fünf [illegible] von denen das zweite breit und dreieckig [illegible] Flügel besitzen sehr wohl ausgebildete Netzadern, die Füße sind meist sehr lang, dünn, [illegible] zum Springen tauglich. Die Legeröhre meistens ordentlich in ihrem Verhältniß zum Körper; [illegible] Gattungen ist sie kaum sichtbar, bei andern besonders ihre Eier in die Larven geschlüpfender Flügler legen und hierzu die Nesthüllen durchbohren müssen, ungemein lang, ja selbst [illegible] der ganze Körper. Sie besteht aus zwei Scheiden und einem mittlern Stilet, [illegible] wieder aus einer Halbrinne und zwei [illegible] Stachelborsten zusammengesetzt ist, die das Bohrinstrument bilden. Man hat in dieser zahlreichen Familie, welche nur in Deutschland

ten zählt, einige Unterfamilien unterschieden, erwespen (Evanida) mit sehr langer Lege- dünngestieltem, meist auf dem Mittelrücken dem Hinterleibe; die eigentlichen Ichneu- mit zwei, und die Braconiden mit nur laufenden Nerven in den Oberflügeln. Die upe des Kieferschwärmers als Larve lebende chwespe (Microgaster nemorum, Taf. 26, ehört zu dieser Gruppe.

milie der Schwanzwespen (Proctotru- ebt zum größten Theil aus sehr kleinen, fast chen Insekten (Kleinschlupfer, Teleas tere- f. 26, Fig. 36), welche durch den Mangel nerven und die häufig verdickten Beine, so- die Structur der Mundtheile der vorigen ahe stehen, sich aber von ihr durch die niemals geknickten Fühler, den Mangel einer rn an dem Kopfe und die meist matten, rben des Körpers unterscheiden Die Lege- nur bei wenigen zurückgezogen werden, ie bei den meisten Gattungen frei hervor- Larven leben besonders in Eiern von andern sowie in den Larven von Zweiflüglern.

der Springwespen (Chalcidida). Meist Schlupfwespen, mit schmalem, querem Kopfe n Fühlern von wechselnder Gliederzahl und die aber stets gebrochen oder geknickt, am lenförmig gesägt oder gefiedert sind und es, stielartig verlängertes Glied in einer der Stirn geborgen werden kann. Die ne sind denen der vorigen Familie sehr mit Ausnahme der Unterlippe, welche lang l ist und mit einem breiten runden Lappen e Brust ist meist hochgewölbt und buckelig, leib rund und mit einem kurzen Stiele an befestigt. Die Flügel haben meist gar keine der nur einen kurzen Randnerven, der quer gelfläche hineingeht und plötzlich endet. Bei en Gattungen sind die Hinterschenkel sehr nd oft mit Spitzen und Dornen versehen; ibchen sind vollkommen flügellos; ihre Lege- neistens ziemlich lang, gerade und wird bei en in dem Bauche verborgen, bei andern artig über die Rückenfläche des Hinterleibes Die Insekten sind meistens fast mikroskopisch, lebhaft glänzenden Metallfarben geziert, und sich oft zu Hunderten und Tausenden, selbst ern anderer Insekten.

nun die bisher abgehandelten Familien unter nsamen Namen Schlupfwespen zusammen- a sie alle eine gemeinsame Lebensart und Industrie besitzen. Die Weibchen legen näm- Eier entweder in die Nester oder unter die erer Insekten, und die Larven nähren sich von der Körpersubstanz der Thiere selbst, bewohnen. Besonders häufig sind die Lar- er Insekten, die Raupen der Schmetterlinge n Angriffen der Schlupfwespen ausgesetzt. wird von dem Weibchen mittels der spitzen in einem Nu unter die Haut der Raupe und die auskriechende fußlose Larve nährt ders von dem Fettkörper der Raupe, ohne Leben nöthigen Organe anzugreifen. So denn häufig, daß die Raupen, welche nicht e Bewohner dieser Art beherbergen, noch ft genug besitzen, um sich in Puppen zu ln, daß die Parasiten sich dann im Innern pe ebenfalls verwandeln, und daß endlich s Schmetterlings eine oder mehrere Schlupf- us der Puppe hervorbrechen. Indeß werden nicht nur die Raupen der Schmetterlinge, sondern auch Larven, Puppen und vollständige Insekten aller Ordnungen von den Schlupfwespen angegriffen; ja man kennt einzelne Gattungen, deren Larven sogar auf Kosten schon parasitisch lebender Larven sich ernähren. So legt die Gattung Hemiteles ihre Eier nur in die Larven von Schlupfwespen, welche schon im Innern von Schmetterlingsraupen schmarotzen, namentlich solcher aus der Familie der Braconiden; und während die Braconidenlarve den Fettkörper der Raupe verzehrt, wird ihr eigener Fettkörper wieder von der Larve des Hemiteles aufgefressen. In ähnlicher Weise sticht das Weibchen von Chrysolampus nur solche Blattläuse an, in denen schon die Larve eines Aphidius schmarotzt, und weiß mit seiner Legeröhre den Schmarotzer in der Blattlaus so zu treffen, daß das Ei im Innern seines Körpers abgelagert wird. Alle die schmarotzenden Larven dieser Schlupfwespen sind wurmförmig, weich, weißlich, durchaus fußlos oder höchstens mit fleischigen Wärzchen statt Füßen versehen; sie bilden nackte Puppen im Innern der Thiere, auf deren Kosten sie lebten, und nur wenige Gattungen spinnen sich eine Art Hülse, zu welcher sie meist Stücke der Raupenhaut verwenden.

Die Familie der Gallwespen (Cyniphida) besteht aus einer Anzahl meist sehr kleiner, träger Insekten, die durch eine ungemeine Entwickelung des Bruststücks buckelig erscheinen. Der Kopf ist klein, quer gestellt, die Brust breit, hoch, eiförmig, der Hinterleib gewöhnlich rund und durch einen kurzen Stiel mit dem Bruststücke verbunden. Meist ist der Leib an seinem hintern Ende zusammengedrückt und endet dort in zwei Klappen, welche die außerordentlich dünne und feine Legeröhre einschließen. Die Fühler sind gerade, mitten auf der Stirn eingelenkt, aus dreizehn bis funfzehn Gliedern zusammengesetzt, kürzer bei den Weibchen; die Oberlippe sehr klein; die Kiefer kurz, dick, am Rande gezähnelt; die Kinnladen am Ende mit einem großen, häutigen Lappen versehen; Kiefertaster kurz, fünfgliederig, Lippentaster rudimentär. Die Flügel sind sehr zart und durchsichtig und zeigen nur sehr wenige, unbedeutende Adern, die sogar bei einigen Gattungen gänzlich fehlen.

Die Gallwespen legen ihre Eier unter die Oberhaut der Pflanzen, in das Zellengewebe derselben, indem sie mit ihrer Legeröhre, die aus einer einfachen Halbscheide und zwei darin verborgenen gezähnelten Borsten besteht, ein Loch in die äußere Hülle sägen, in welches sie dann ihr Ei einschieben. Die Verwundung erzeugt bei den Gewächsen eine hohle, meist harte Geschwulst, in deren Innern dann die fußlosen Larven leben und sich von dem Marke des Gallapfels nähren. Zuweilen verpuppen sich die Larven im Innern der Galläpfel selbst; andere bohren sich hervor, und verpuppen sich in der Erde. In den meisten Galläpfeln lebt nur eine Larve; es gibt indessen auch Arten, wo man mehrere Hunderte von Larven, Puppen oder Fliegen in derselben Pflanzengeschwulst antrifft. Andere Hautflügler mit langer Legeröhre bringen oft ihre Eier in diese Galläpfel hinein, und die daraus entstehenden Larven fressen die rechtmäßigen Bewohner derselben auf und entwickeln sich auf Kosten derselben. Die Galläpfel der Eichen, welche von einer besondern Art (Cynips gallae tinctoriae) hervorgebracht werden, dienen ihres großen Gehalts an Gerbsäure wegen zur Herstellung schwarzer Farbe und besonders der Tinte. Die abgebildete Art (Rosengallwespe, Rhodites; rosae, Taf. 26, Fig. 38) bildet den sogenannten Bedegar der Rosen.

Gruppe der Sägewespen (Phytophaga).

Der Legebohrer hat die Gestalt einer Säge. Die Larven nähren sich von Pflanzentheilen.

Die Holzwespen (Urocerida) haben einen beinahe runden Kopf, der meist der Brust unmittelbar aufsitzt, und einen cylindrischen Körper, an dessen hinterm Ende die sehr starke, sägeförmige Legeröhre hervorsteht. Die Fühler sind sehr lang, borstenförmig, aus vielen kleinen Gliedern zusammengesetzt und oft in der Form von Widderhörnern gekrümmt. Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei dreieckigen, starken, innen gezähnelten Kiefern, sehr rudimentären Kinnladen mit kurzen zweigliederigen Tastern und einer schmalen Unterlippe, die längere viergliederige Taster trägt. Die Flügel sind starkzellig, die vordern weit größer als die hintern, und die Legeröhre der Weibchen außerordentlich stark und gezähnelt, sodaß sie tiefe Löcher in das festeste Holz bohren können. Die Larven der Holzwespen sind cylindrisch, gestreckt, mit hartem, hornigem Kopfe und sechs kleinen, gegliederten Füßen versehen, sodaß sie fast ganz das Ansehen von Käferlarven haben; sie bohren in lebendem Holze und verwandeln sich nach einigen Jahren, nachdem sie sich einen losen Seidencocon gesponnen haben.

Die Familie der Blattwespen (Tenthredinida) ist der vorigen in dem erwachsenen Insekte sehr ähnlich, unterscheidet sich aber hauptsächlich durch die oft sonderbar gestalteten Fühler, die bald keulenförmig, bald ausgezeichnet kammartig gestaltet sind, ferner durch die sechsgliederigen Kinnladentaster und die weit kürzere Legeröhre, welche indeß ebenso stark und sägeartig gezähnelt ist, als diejenige der vorigen Familie. Die meisten Blattwespen sägen die Blätter oder saftigen Stengel mit dieser Legeröhre an, worauf sich diese meist einrollen und so der jungen Larve Schutz gewähren; die Larven selbst haben einen hornigen Kopf und sechs hornige Brustfüße, sowie falsche Bauchfüße, wodurch sie den Schmetterlingsraupen sehr ähnlich sehen; sie unterscheiden sich aber von diesen gerade durch die Zahl der Afterfüße, indem sie wenigstens deren zwölf haben, ja selbst sechzehn haben können, während die Schmetterlingsraupen nur acht und höchstens zehn falsche Füße besitzen. Außerdem haben diese Afterraupen, wie man sie genannt hat, zwei einfache Augen auf der Stirn und zwei sehr kleine kegelförmige Fühler, die ebenfalls den echten Raupen abgehen; ihre Kiefer sind sehr dick und stark gezähnt; in der Ruhe rollen sie sich meist spiralförmig auf und spritzen, sobald man sie berührt, einen unangenehm riechenden Saft aus seinen, seitlichen Oeffnungen, die unter den Luftlöchern liegen. Alle diese Larven sind äußerst gefräßig, und manche richten an den Blättern der Bäume und Kräuter große Verheerungen an. Die meisten spinnen sich in der Erde oder unter abgefallenen Blättern ein und manche bleiben sehr lange Zeit als Larven in ihren Gespinsten.

Wir bilden einige besonders schädliche Blattwespen und deren Raupen ab; die, welche die Pflaumen anbohrt (Pflaumensägewespe, Tenthredo fuvicornis, Taf. 26, Fig. 39; Raupe der Pflaumenwespe, Fig. 40), die Zerstörerin der Rapspflanzen (Rapssägewespe, Tenthredo spinarum, Fig. 41; Raupe der Rapswespe, Fig. 42), die auf Birnbäumen lebende (Birnwespe, Lyda pyri, Fig. 43; Raupe der Birnwespe, Fig. 44), und endlich die Getreidewespe (Cepphus pygmaeus, Fig. 45), deren Larve oft große Verheerungen anrichtet.

Ordnung der Schmetterlinge (Le[illegible]

Insekten mit saugenden Mund[illegible] lich verwachsenem Prothorax, [illegible] farbig beschuppten Flügeln [illegible] mener Verwandlung.

Der Kopf der Schmetterlinge ist [illegible] und in den häufigsten Fällen so [illegible] eingesenkt, daß nur die großen, gewölbten [illegible] den Tastern und Fühlern hervorragen.

Die Fühler sind gewöhnlich verhältn[illegible] sehr selten länger als der Körper und [illegible] Gestalt, am häufigsten borstenförmig [illegible] Ende hin knopfförmig verdickt, zuweilen [illegible] schmetterlingen und namentlich bei Nac[illegible] förmig oder gefiedert; sie haben meist [illegible] die eng aneinanderliegende Ringe bilden.

Die Augen sind meist sehr groß, [illegible] oder halbrund, mit außerordentlich [illegible] versehen; die Nebenaugen fehlen meist [illegible] so unter den Haaren und Schuppen [illegible] verdeckt, daß man sie erst nach Entfernung [illegible] auffinden kann. Die Mundwerkzeuge [illegible] zum Saugen eingerichtet und bestehen [illegible] aus den beiden außerordentlich verlängerten [illegible] welche die Form einer Halbröhre haben, [illegible] Zusammenlegen einen hohlen Kanal, [illegible] bilden, der gewöhnlich spiralig eingerollt [illegible] Unterfläche des Kopfes getragen wird. [illegible] reicht dieser Rüssel eine ungemeine Länge, [illegible] lich bei den Abendschwärmern, welche [illegible] Kelchblumen auszusaugen im Stande [illegible] wenigen Fällen fehlt er ganz, und die [illegible] Insekten leben dann nur wenige Tage, [illegible] Fortpflanzung beschäftigt. Die Oberlippe [illegible] linge wird durch eine äußerst kleine [illegible] rundliche Hautfalte repräsentirt, welche [illegible] Ursprunge des Rüssels aufliegt; die [illegible] zwei kleinen Höckerchen eingeschrumpft, [illegible] über behaart sind. Zu beiden Seiten [illegible] migen Kinnladen stehen zwei äußerst kleine [illegible] die gänzlich von den großen behaarten [illegible] bedeckt werden, welche meistens dreigliedrig [illegible] den Rüssel im aufgerollten Zustande zurück[illegible] men; die Unterlippe selbst ist nur ein [illegible] häutiger Vorsprung, an dem diese großen [illegible] eingefügt sind.

Die Brust, welche fast immer bei [illegible] meist nur eine ringförmige Vorderbrust [illegible] hinter welcher Mittel- und Hinterbrust [illegible] verschmolzen sind. Zu beiden Seiten der [illegible] und an der Basis der Vorderflügel [illegible] zwei häutige Lappen der Rückseite auf, [illegible] die Flügelschuppen (Pterygoda) genannt [illegible] Flügel selbst sind stets in der Vierzahl [illegible] und im Verhältniß zum Körper bedeutend [illegible] sind stets dicht mit mikroskopischen Schuppen [illegible] welche oft sonderbare Formen haben, mit [illegible] Wurzel in einer Vertiefung der Flügel [illegible] dachziegelförmig übereinanderliegen und [illegible] erhabene Rippen das auffallende Licht [illegible] ein eigenthümlicher, je nach der Anordnung [illegible] Farben schillernder Glanz entsteht. Bei [illegible] Gattungen sind die Flügel theilweise [illegible] sichtig, bei andern zum Theil gespalten [illegible] pen federartig mit Haaren besetzt. Die [illegible] Flügel wechselt außerordentlich und [illegible] constante Kennzeichen für die Unterscheidung [illegible] zelnen Arten, als die Färbung und [illegible] Zeichnung, welcher zufolge die Farben [illegible]

iß der Hinterflügel ist sehr verschieden und bei vielen Tagschmetterlingen in lange Zacken en ausgezogen. Die Adern der Flügel sind hlreich und bilden nur eine geringe Anzahl en, deren Form und Größe für die Unter- der einzelnen Gruppen von Wichtigkeit ist. Ruhe werden die Flügel sehr verschieden ge- Die Tagschmetterlinge schlagen sie meist senk- die Höhe; die Nachtschmetterlinge legen sie ig über den Leib, sodaß die Vorderflügel die ecken, oder breiten sie ganz aus. Einige sogenannte Glucken, legen die obern Flügel ube dachförmig, während sie die untern aus- Bei manchen Motten und Spinnern sind die vollkommen ungeflügelt, während die sehr n gestalteten Männchen Flügel besitzen. Die er Schmetterlinge sind wie bei den übrigen ienen Insekten gebildet, behaart oder beschuppt, en fünfgliederig und an der Spitze mit zwei ewaffnet, zwischen denen meist noch ziemlich e Haftlappen stehen. Bei vielen Tagschmetter- t das vordere Fußpaar klein, zum Gehen un- oder selbst gänzlich verkümmert, sodaß sie Art behaarter Platten bilden, welche an der r Brust hinaufgeschlagen werden. Der Hin- ist stets länglich, walzenförmig, aus sieben 1 Ringen zusammengesetzt, niemals mit einem der einer Legeröhre versehen, dagegen manch- eigenthümlichen Begattungswerkzeugen aus-

Eier der Schmetterlinge sind meist rundlich, fest und werden von der Mutter an solchen bgelagert, daß die ausschlüpfenden Raupchen die ihnen zukommende Nahrung finden. Viele rlingsmännchen wissen ihre Weibchen in einer ng von mehrern Stunden zu finden, und be- ich mit ihnen sogar, wenn die letztern schon adel angespießt sind. Die Eier der Schmetter- inen eine sehr große Kälte ertragen, und in t überwintern die meisten Gattungen als Eier ruhende Puppen, während sie im Sommer pen und Schmetterlinge sich zeigen.

Larven der Schmetterlinge, die allgemein unter nen der Raupen bekannt sind, haben meist eine che, gestreckte Gestalt und zeigen stets außer nigen Kopfe zwölf Ringe mit neun Luftlöchern r Seite und wenigstens zehn, höchstens sech- spaaren. Die Mundwerkzeuge sind zum Kauen tet und bestehen aus zwei kräftigen, hornigen zwei Kinnladen mit sehr kleinen Ladentastern, inen Lippentastern und einer warzenförmigen pe, deren Spitze von dem Ausführungsgange ndrüsen durchbohrt ist. Die drei ersten Ringe upenkörpers tragen die echten oder hornigen elchen mit kleinen Krallen besetzt sind und den des vollkommenen Insekts entsprechen; sie sind ich nur sehr kurz, und dienen hauptsächlich zum mern der Zweige, während die falschen Füße uchfüße, die an den hintern Körperringen stehen, ch zum Gehen dienen und meist die Form von köpfen haben, die noch obenein oft mit kleinen besetzt sind. Der vierte, fünfte, zehnte und ngel der Raupen besitzen niemals falsche Füße. eigentlichen Spannraupen kommen nur vier hintere Körperende gestellte Paare falscher or, weshalb sie beim Fortschreiten den Raum m ausmessen, indem sie sich erst mit den Vor- n anklammern und dann den Hinterleib nach- Manchen Spinnern fehlt das hintere Paar uchfüße ganz oder ist durch zwei lange Faden ersetzt. Einige Raupen von Tagschmetterlingen besitzen ganz sonderbare Fühlfäden im Nacken, die hervorgestülpt werden können. Die Körperbedeckung der Raupen ist äußerst mannichfaltig; viele sind nackt, andere über und über mit langen Haaren besetzt, welche leicht abbrechen, sich in die Haut einspießen und eine Art Nesselsucht veranlassen können; noch andere sind mit Dornen, Hörnern oder biegsamen Fortsätzen bedeckt, die ihnen sogar zuweilen beim Klettern behülflich sind. Die Farben sind äußerst mannichfaltig und ändern sehr oft durch die wiederholten Häutungen, welche während des Wachsthums der Raupe stattfinden. Die meisten Raupen verpuppen sich gegen den Herbst hin; nur einige verfallen im Spätsommer in eine Art Winterschlaf, aus dem sie erst im Frühling erwachen. Sie nähren sich meist von Blättern und grünen Pflanzentheilen, wenige bohren in Holz oder in Wurzeln; einige leben gesellig in Nestern und wandeln in Colonnen von einem Baume zum andern; die meisten sind einsam und ohne weitern besondern Instinct.

Zur Verpuppung sucht die Raupe einen sichern, geschützten Ort, meist an der Unterseite der Blätter und Zweige, in Spalten und Ritzen, unter dem Moose oder in der Erde. Die meisten spinnen entweder eine eiförmige Hülse von Seide, zu welchem Zwecke sie den Faden mehr oder minder regelmäßig schlingen, oder sie bleiben nackt und hängen sich dann bald einfach an dem Schwanzende auf, bald schlingen sie sich einen Faden um die Mitte der Brust, sodaß sie in wagerechter Stellung sich befinden. Die Puppen sind hornig, vorn dicker, hinten geringelt und zugespitzt und lassen meist von außen die Flügel, die Füße und oft auch den Rüssel erkennen. Durch mannichfaltige Hörner, Auswüchse, Stachel u. s. w. erhalten diese Puppen oft ein höchst bizarres Ansehen. Die meisten Tagschmetterlinge sowie die kleinen Nachtschmetterlinge bleiben nur vierzehn Tage bis einen Monat in der Puppe, während die größern Nachtschmetterlinge und die Schwärmer meistens als Puppe überwintern. Manche Puppen, welche in der Erde oder im Innern von Gewächsen in Gängen sich befinden, die von der Raupe gebohrt wurden, klettern gegen das Ende ihres Puppenstandes mittels eigener Stacheln an den Ringen in die Höhe bis an die Oberfläche, sodaß der auskriechende Schmetterling beim Sprengen der Puppenhaut unmittelbar in das Freie gelangt; andere Puppen zerstören selbst mittels ihrer scharfen Fortsätze und Hörner die von der Raupe gesponnene Hülle, und bei noch andern erweicht der Schmetterling dieselbe, und durchbricht sie dann, bevor seine Flügel hart geworden sind.

Gruppe der Großschmetterlinge (Macrolepidoptera).

Familie der Tagfalter (Rhopalocera). Die Fühler sind an der Spitze keulenförmig verdickt; der Körper klein, Hinterleib dünn; die Flügel sehr groß, breit, in der Ruhe senkrecht nach oben geschlagen; Hinterflügel ohne Haftborste zur Befestigung an die Vorderflügel; Raupen nackt, mit Dornen oder Auswüchsen, selten behaart; Puppen nackt, am Hinterende aber mit einem Brustfaden befestigt, deshalb nur kleine Spinndrüsen bei den Raupen.

Edelfalter (Papilionida). Die verschieden gestalteten Raupen sind meist träge und befestigen sich bei der Verpuppung in eigenthümlicher Weise, indem sie sich mit der Schwanzspitze festhängen, sich aber dann noch einen Faden über die Brust ziehen, in dem die Puppe wie in einer Schlinge hängt. Die größten

und schönsten Tagfalter gehören dieser Gruppe an, zu welcher besonders die herrlich gefärbten Falter der südlichen Zone gehören, welche durch die langen Schwänze der Hinterflügel sich auszeichnen, die sogenannten Ritter, zu welchen auch unsere Segelfalter (Papilio Podalirius) und Schwalbenschwänze (Schwalbenschwanz, Papilio Machaon, Taf. 26, Fig. 46; Raupe des Schwalbenschwanzes, Fig. 47; Puppe des Schwalbenschwanzes, Fig. 48), sowie die vielfach gesprenkelten Scheckenfalter (Thais), gehören deren Zickzackzeichnung eine Eigenthümlichkeit der Gattung ist. Einige Raupen dieser Familie zeichnen sich besonders durch die kurze, plattgedrückte, schildförmige Gestalt und die Schmetterlinge durch die sehr verschieden gefärbten Flügel aus, indem die Oberfläche meist einfarbig, goldig oder blau, die Unterfläche mit vielfachen kleinen Augenflecken besetzt ist. Zu den Edelfaltern gehören freilich auch die Weißlinge (Pierida), von denen einige erheblichen Schaden an den Obstbäumen, dem Kohl und den Rüben anrichten.

Hängefalter (Suspensa). Bei den Tagfaltern dieser Abtheilung stehen die Fühler auf dem Kopfe sehr nahe zusammen, dagegen sind die Vorderfüße bei den Männchen immer und bei den Weibchen größtentheils nur rudimentär und unfähig zum Gehen. Die meist dornigen, haarigen oder mit eigenthümlichen Fortsätzen besetzten Raupen hängen sich bei der Verpuppung senkrecht an der Schwanzspitze auf und bilden eine nackte, meist eckige Puppe. Hierher gehören die Schillerfalter (Apatura Iris), die Vanessa-Arten (Vanessa Antiopa, Trauermantel; Vanessa jo, Tagpfauenauge; Vanessa cardui, Distelfalter; Vanessa polychloros, großer Fuchs) und der schöne Admiral (Vanessa Atlante, Fig. 49; Raupe des Admirals, Fig. 50; Puppe des Admirals, Fig. 51).

Dickköpfe (Hesperida), kleine Schmetterlinge mit kurzem, dickem, gedrängtem Körper und dickem Kopfe, deren Fühler seitlich weit voneinander bei den Augen eingelenkt sind; die Flügel werden in der Ruhe nur halb aufgerichtet, die Füße sind alle vollkommen ausgebildet und die Hinterschienen mit zwei Seitenstacheln bewaffnet (Dickkopf, Hesperia comma, Fig. 52). Die Raupen haben einen dicken, queren Kopf, dünnen, walzenförmigen, nackten Körper; die Puppen sind walzenförmig, ohne Ecken, und ruhen in einem Gewebe, das aus zusammengewickelten Blättern besteht.

Familie der Abendschwärmer (Sphingida), meist ziemlich große Schmetterlinge mit langem, walzenförmigem, hinten zugespitztem Leibe, der mit enganliegenden Schuppen bedeckt ist, und kurzen Fühlern, die gegen die Spitzen hin etwas verdickt sind und oft mit einer dünnen, gewöhnlich hakenförmig umgebogenen Borste abschließen. Zuweilen sind diese Fühler auf der Innenseite gefägt oder mit abwechselnden Haarbündelgruppen besetzt. Der Rüssel ist gewöhnlich sehr lang, oft viel länger als der Körper, nur selten kurz; die Flügel lang und schmal, besonders die Vorderflügel, und in der Ruhe dachförmig übereinandergelegt. Die Schmetterlinge schwärmen meistens mit lautem Summen nach Sonnenuntergang, und saugen im Fluge Honig; die Raupen sind stets nackt, walzenförmig, mit sechzehn Füßen und einem Horne auf dem vorletzten Ringel versehen, das nur selten durch eine Platte ersetzt ist; sie verpuppen sich meist in der Erde und erscheinen im nächsten Frühjahr als vollkommene Thiere.

Die Hummelschwärmer (Hummelschwärmer, Macroglossa bombyliformis, Fig. 53) verlieren meist sehr schnell die Schuppen auf den Flügeln; die Raupe des abgebildeten Tannenpfeils (Tannenpfeil, Sphinx pinastri, Fig. 54) lebt auf Fichten.

Die Familie der Holzbohrer (X[illegible]) aus sehr verschiedenartigen Gruppen, [illegible] aber alle in Holz bohren. Die eine Gr[illegible] umfaßt einige große, dickleibige, dicht[illegible] schmetterlinge (Weidenbohrer, Cos[illegible] Fig. 55) mit gefägten oder gezähnelten [illegible] schweren Flügeln, kurzen Rüsseln und me[illegible] schmuzigen Farben. Die langen, leder[illegible] ten, plattgedrückten Raupen bohren im [illegible] Wurzeln ab und können hierdurch [illegible] Schaden anrichten; sie bilden ein [illegible] spinst, in welches zernagte Pflanzen[illegible] sind. Die andere Gruppe, Hornißschwärmer, Trochilium apif[illegible] hat glasartige Flügel, ebenso wie der Leib der Schwärmer; die Raupen unterscheiden nicht wesentlich von den vorigen.

Die Familie der Widderhörnchen [illegible] besteht meist aus kleinen Schmetterlingen [illegible] Syntomis Phegea, Fig. 57) mit dickem, [illegible] Leibe und schmalen, abgerundeten Flügeln, sparsam mit Schuppen bedeckt sind, ja bei [illegible] so glashell und durchsichtig erscheinen, [illegible] der Hautflügler. Die Fühler sind meist [illegible] gegen das Ende hin verdickt, an der [illegible] mig umgebogen; sie sind stark bei[illegible] Männchen oft gezähnt oder doppelt [illegible] Rüssel fein und dünn. Die kurzen, spa[illegible] sechzehnfüßigen Raupen spinnen sich in [illegible] Cocon ein, der eine pergamentartige [illegible] Die Schmetterlinge fliegen fast nur bei [illegible] Sonnenscheine.

Familie der Bären (Euprepida), [illegible] haft gefärbt, fleckig; Hinterleib dick, [illegible] dicht und lang behaart, sonst den vorigen [illegible] Raupe der abgebildeten Art (Bär, Arc[illegible] 27, Fig. 1) im Grase; überwintert als [illegible]

Die Familie der Spinner (Bombyc[illegible]) eine Anzahl von Nachtschmetterlingen, de[illegible] stets kammförmige Fühler besitzen, die [illegible] gezeichnet gefiedert sind. Die Taster fi[illegible] der Rüssel sehr kurz und zuweilen gänzlich [illegible] Brust und Leib sind gewöhnlich dicht [illegible] ziemlich did, die Flügel groß, abgerundet. [illegible] pen haben alle 16 Beine und zeigen [illegible] Bekleidung alle Zwischenstufen von gäns[illegible] bis zu der dichtesten Behaarung und [illegible] langen, spitzen Borsten, die bei der [illegible] brechen. Alle diese Raupen spinnen [illegible] puppung ein mehr oder weniger dichtes [illegible] reiner Seide, das bei mehrern Arten zu [illegible] Zwecken benutzt wird. Die Seidenraupenspinner, Bombyx mori (Männchen, Taf. [illegible] Weibchen, Fig. 59; Raupe, Fig. 60; [illegible] 61), ist die einzige Art, welche in Gr[illegible] wird. Es würde zu weit führen, [illegible] auf die Bedingungen der Seidenzüchtung gehen, in welcher man die Raupen so [illegible] sie sich vollkommen eingesponnen haben.

Jeder Cocon besteht nur aus einem [illegible] und da der Schmetterling beim Ausschlüpfen [illegible] vielfach durchbricht und zerstört, sodaß [illegible] mehr abspinnen kann, so tödtet man [illegible] den Cocons durch Hitze und läßt nur [illegible] ben, als zur Nachzucht nöthig sind. [illegible] sind manche andere ausländische Arten, [illegible] minder dem großen Nachtpfauenauge (S[illegible]) ähnlich sind, zur Seidenzucht eingeführt [illegible] Verschiedenheiten zwischen Männchen und [illegible] stets bedeutend, und häufig haben [illegible]

immerte, oder sogar durchaus keine Flügel. Viele Raupen leben gesellig und werden sehr schädlich durch ren Fraß.

Die Familie der Eulen (Noctuida) umfaßt Nachtschmetterlinge von meist dunkeln Farben, aber mit br constanten Zeichnungen, die oft eine sehr bedeutende Größe erreichen, stets nur borstenförmige oder ächtens gekerbte Fühler besitzen und deren Lippenster nur kurz sind und mit einem kleinen, dünnen Glied endigen: der Rüssel ist meist lang, der Hinterleib zgelförmig, dünn behaart, meist nur mit eng anliegenden Schuppen bekleidet. (Ypsilon, Plusia gamma, Taf. 26, Fig. 62; Kohlraupe, Noctua brassicae, Fig. 63.) Die Raupen sind lang, gestreckt, oft abgeplattet, kurz behaart und meist von den Baumrinden, an denen sie sitzen, schwer zu unterscheiden; e haben gewöhnlich 16 Füße und besonders lange Nachschieber; ihre Puppen sind in einen laxen, schlecht gearbeiteten Cocon eingeschlossen. Die bekannte Kohlraupe frißt sich in der Mitte des Kohlkopfs ein.

Familie der Spanner (Geometrida). Die Schmetterlinge dieser Familie haben große, breite Flügel, welche ihnen viele Aehnlichkeit mit den Tagschmetterlingen geben. Die Fühler sind bei den Männchen gekämmt oder gefiedert, die Taster gewöhnlich kurz, der Körper schlank; die Flügel werden in der Ruhe ausgebreitet. Die Raupen sind lang, dünn, walzenförmig, nackt oder sehr sparsam behaart und gleichen meist dürren Baumzweigen; sie haben gewöhnlich nur zehn Paar Beine und spannen deshalb beim Schreiten, da der ganze Mittelleib keine Füße trägt; in der Ruhe halten sie meist den Vorderkörper aufrecht, indem sie sich nur mit den falschen Füßen anklammern, und manchmal beharren sie stundenlang unbeweglich in dieser ermüdenden Stellung. Die Puppen sind nackt und meist nur mit wenigen Fäden angeheftet. Manche Weibchen haben gar keine Flügel, wie die abgebildete Art: der Frostspanner (Hibernia defoliaria Taf. 27, Fig. 2—4; a Männchen, b ungeflügeltes Weibchen, c Raupe). Die Raupen sind durch Abfressen der Knospen den Obstbäumen sehr schädlich.

Gruppe der Kleinschmetterlinge (Microlepidoptera).

Die Familie der Zünsler (Pyralida) besteht aus mottenartigen Schmetterlingen, deren Fühler bei den Männchen meist gekämmt oder gefiedert und deren Kiefertaster stets sehr deutlich sind. Die Flügel sind lang, schmal und bilden in der Ruhe ein Dreieck, dessen lang ausgezogene Spitze der Kopf ist; die Beine sind sehr lang, stark gespornt; die Raupen nur vierzehnbeinig, haarig und spinnen sich eigene Cocons meistens auf der Unterseite der Blätter; manche Arten richten an Obstbäumen und Weinbergen große Verwüstungen an.

Die Familie der Blattwickler (Tortricida) zeigt kurze, fadenförmige Fühler, verlängerte vorgestreckte Taster, deren letztes Glied dicht beschuppt ist, dachförmige aufliegende Flügel und einen weit dickern, kürzern Leib als die Motten, mit denen sie sonst in ihrem Verhalten viele Aehnlichkeit haben. Ihre Raupen haben 16 Beine und verfertigen sich dadurch eine schützende Röhre, daß sie die Blätter vom Rande her aufrollen und mit Seidenfäden förmlich zu einer Röhre zusammennähen, innerhalb welcher sie sich später verpuppen, wobei sie sich einen Cocon von reiner Seide spinnen. Sie werden ebenso wie die folgende Familie durch ihre Verheerungen an Gewächsen zuweilen schädlich

Zu dieser Familie gehört der Traubenwickler oder Sauerwurm (Traubenwickler, Tortrix uvana, Taf. 26, Fig. 64; Raupe des Traubenwicklers, Fig. 65), und der unter dem Namen der Apfelmade bekannte Apfelwickler (Carpocapsa pomonella, Taf. 27, Fig. 5 u. 6).

Die Familie der Motten (Tineida) besteht aus meist sehr kleinen Schmetterlingen mit fadenförmigen Fühlern, die zuweilen länger als der Körper sind, und schmalen verlängerten Oberflügeln, welche zuweilen an der Spitze einen Ausschnitt zeigen. Die Unterflügel sind stets breit, der Länge nach gefaltet, die Taster gewöhnlich sehr lang und ihr letztes Glied oft nackt und zugespitzt; bei einigen treten auch die Kiefertaster deutlich in die Erscheinung. Die Raupen der Motten haben 16 Beine, sind stets nackt und bilden sich von den Stoffen, von welchen sie leben, eine Röhre, die entweder beweglich ist, sodaß sie dieselbe überall mit sich herumschleppen können, oder die festsitzt und ihnen bei drohender Gefahr hinreichende Zuflucht gewährt. Viele dieser Raupen leben im Innern von Zweigen und Knospen, in dem grünen Gewebe der Blätter, wo sie gewundene Gänge zwischen den beiden Oberhautschichten graben; andere leben in trockenen Pflanzen- und Thierstoffen, wo sie uns oft, wie die Pelz- und Kleidermotten und die Getreidemotten (Motte des Getreides, weißer Kornwurm, Tinea granella, Taf. 27, Fig. 9), großen Schaden anrichten. Die Wachsschabe (Tinea cerella, Fig. 7 u. 8) lebt als Raupe in den Bienenstöcken, denen sie durch Zerstören der Waben und Zellen sehr schädlich ist. Zur Verpuppung schließen sie ihre Röhren mit Deckeln von Seide.

Die Familie der Federmotten (Pterophorida), hat borstenförmige, ziemlich lange Fühler, zugespitzte, wenig behaarte Taster, nierenförmige, nach hinten ausgeschnittene Augen, lange mit spitzen Sporen besetzte Beine und einen langen, dünnen Hinterleib. Sie zeichnen sich vorzüglich durch eine Spaltung der Flügel aus, indem die Hinterflügel stets, die Vorderflügel meistens in einzelne fingerartige Theile zerlegt sind, welche wie Federn auf beiden Seiten mit Haaren besetzt sind und so das Ansehen eines Vogelflügels geben (Federgeistchen, Pterophorus pentadactylus, Taf. 27, Fig. 10). Die Raupen dieser niedlichen Thierchen sind klein, nackt, haben 16 Füße und verwandeln sich in eine nackte, mit Hödern besetzte Puppe, um die nur selten eine Seidenhülle gesponnen wird.

Ordnung der Zweiflügler (Diptera.)

Insekten mit saugenden Mundtheilen, zwei ausgebildeten Vorderflügeln und verkümmerten Hinterflügeln, und mit vollkommener Verwandlung.

Die Fühler sind bei den Zweiflüglern fast stets vorn auf dem Kopfe, an der Stirn, zwischen den Augen eingelenkt und mit ihrer Basis einander genähert. Sie zeigen zwei sehr verschiedene Typen, wonach man auch die ganze Ordnung in zwei Unterordnungen, Langhörner und Kurzhörner, zerfällt hat. Bei den letztern ist der Fühler stets kürzer als der Körper und nie aus mehr als drei Gliedern zusammengesetzt. Das oder die beiden ersten Glieder sind cylindrisch, stielförmig, das letzte hingegen breit, spindelförmig oder schwammartig und einzig mit jenen feinen Riechgruben versehen, die auf den Gliedern der Handhabe ganz fehlen. Bei diesen Kurzhörnern steht dann meist auf dem dritten Gliede noch eine kurze, gerade Borste (stylus), die zuweilen selbst Gliederung zeigt. Bei

den niedersten parasitischen Familien schwinden die Fühler zu einem unbedeutenden gliederlosen Knötchen; bei den Langhörnern dagegen sind sie stets aus mehr als sechs Gliedern zusammengesetzt, oft selbst länger als der Körper und zeigen sehr mannichfaltige Gestalten, Federn, Federbüsche, Cylinder, Kolben, Faden.

Die Augen sind meist von zweierlei Art, zusammengesetzte und einfache: erstere sind oft ungeheuer groß, seitlich gerückt und scheinen manchmal fast den ganzen Kopf einzunehmen. Besonders zeichnen sich die Männchen durch die Größe dieser Organe aus, und bei vielen Gattungen bildet das Zusammenstoßen der Augen auf der Stirn für das Männchen und ihre Trennung für das Weibchen einen constanten Geschlechtsunterschied. Zuweilen sind diese zusammengesetzten Augen über und über mit langen Haaren besetzt, die in den Zwischenräumen der einzelnen Facetten wurzeln; oft sind die Facetten der obern Augenhälfte größer als die der untern. Die Nebenaugen stehen meist in einem Dreieck auf der Höhe der Stirn zwischen den Augen; gewöhnlich ist die Zahl drei, selten finden sich nur zwei oder gar keine.

Die Mundwerkzeuge der Zweiflügler sind stets zum Saugen eingerichtet, theilweise selbst bei den Larven, und zwar ist es besonders die Lippe, welche zum Rüssel (proboscis) umgewandelt ist. Der Rüssel ist meistens knieförmig in der Mitte eingeknickt, bald senkrecht, bald horizontal unter den Kopf gestellt und kann meistens zwischen die Backen zurückgezogen werden. Seine untere Spitze ist gewöhnlich verbreitert, verdickt, in Form einer rundlichen oder ovalen Platte ausgebildet, welche größere oder kleinere Querfurchen zeigt und oft mit Haaren besetzt ist. Die eigentliche Mundöffnung befindet sich über dieser Platte in dem Knie des Rüssels an dem Ende einer meist tiefen Furche. An der Mundöffnung stehen zwei Taster (palpae), die bei den Kurzhörnern meist nur ein- bis zweigliederig, bei den Langhörnern vier- bis fünfgliederig, lang und oft in ähnlicher Weise wie die Fühlhörner buschig sind. Untersucht man den Rüssel genauer, so findet man, daß seine fleischige oder häutige mit der Platte versehene Röhre nur ein Hülle bildet, in welcher besondere steife Hornborsten stecken, die offenbar den Kinnbacken und Kinnladen der kauenden Insekten entsprechen. Es sind stets wenigstens zwei solcher Borsten vorhanden, die meist mit den Palpen in Verbindung stehen und offenbar die umgewandelten Kinnladen (maxillae) darstellen. Bei einigen Familien sind außerdem noch zwei weitere Borsten vorhanden, welche den Kiefern (mandibulae) analog sind. Die sämmtlichen in dem Rüssel eingeschlossenen Borsten werden in ihrer Vereinigung der Sauger (haustellum) genannt. Außer diesen Borsten findet sich noch am Grunde des Rüssels die Oberlippe, meist dreieckig, zuweilen vorn zugespitzt, hornig oder häutig und auf ihrer Unterseite mit einer Mittelrinne versehen, worin die sehr feine, zugespitzte, kurze Zunge liegt. Sind diese beiden Organe bedeutend in die Länge gezogen, so scheint der Rüssel sechs Borsten einzuschließen. Nicht immer indeß sind diese Mundorgane vollständig — es finden sich sogar manche Dipteren, wie z. B. Hippobosca, wo dem ausgebildeten Thiere jede Spur von Mundwerkzeugen, ja die Mundöffnung selbst fehlt und nur die Begattung sein einziger letzter Lebenszweck ist. Die Hornborsten, in welche Kinnbacken und Kinnlade umgewandelt sind, dienen zum Durchbohren der Haut, während der äußere Rüssel eigentlich nur zur Bedeckung und Fixirung des Saugers bestimmt ist. Die Säfte, welche aufgesogen werden, steigen zwischen den Hornborsten in die Höhe. Der Raum zwischen dem Rüssel und [illegible] das Untergesicht (hypostoma) [illegible] meistens durch zwei vorstehende mit [illegible] versehene Backen ausgefüllt, welche [illegible] (mystax) heißen.

Die Brust der Zweiflügler besteht [illegible] Hornstück, dessen ursprüngliche Zusammen[illegible] drei Ringen durch Querfurchen oder [illegible] mehr oder minder deutlich angegeben [illegible] einigen Gattungen zeigt sich eine derselben [illegible] der Vorderbrust. An der Unterfläche [illegible] man nie mehr als vier Luftlöcher — [illegible] Nähe des Kopfes, zwei ganz hinten, [illegible] den Schwingkölbchen.

Es finden sich nicht mehr als zwei Flügel [illegible] Vorderflügeln der vierflügeligen Insekten [illegible] Sie sind stets häutig durchsichtig, zuweilen [illegible] sehr feinen häutigen Schüppchen bedeckt [illegible] diese Flügel mächtig groß, von langgezogener [illegible] lebhaft in Regenbogenfarben schillernd; die [illegible] der Insekten ist sehr bedeutend und [illegible] Schnelligkeit im Fluge groß; nur bei [illegible] Gattungen sinken die Flügel in ihrer Ausdehnung [illegible] rück, besonders bei den Weibchen, und [illegible] schmarotzenden Gattungen fehlen sie [illegible] Rippen oder Adern der Flügel sind [illegible] lich und ausgebildet; wesentlich sind [illegible] und wenige Queradern vorhanden, [illegible] gestreckten Zellen meist nach außen [illegible] Meist findet man fünf Hauptlängsrippen, [illegible] die beiden ersten dem Vorderrande des [illegible] nahe anliegen.

Eigenthümliche Organe sind die Schwinger (halteres), zwei kleine bewegliche Körper [illegible] einem mehr oder minder langen Stiel [illegible] runden Knöpfchen bestehend, die an den [illegible] der Brust stehen, fast in beständiger [illegible] wegung sind und meist von zwei [illegible] Schuppen bedeckt sind. Die Form [illegible] kolben gleicht ziemlich den mit Netzen [illegible] Raketten, die man beim Federballspiel [illegible] des Balls gebraucht; ihr Nutzen ist [illegible] kannt.

Die Füße der Zweiflügler sind meist [illegible] aber sonst aus den gewöhnlichen Theilen [illegible] gesetzt. Der Tarsus hat immer fünf Glieder [illegible] glied trägt zwei meist einfache, zuweilen [illegible] oder gezähnelte Klauen, die nur bei wenigen [illegible] gen stark vortreten; meistens befinden sich [illegible] Klauen zwei oder drei Fußballen (ar[illegible] Grübchen oder Leisten dicht besetzt sind, [illegible] gar eine kleberige Flüssigkeit ausschwitzen [illegible] den Insekten als Haftorgane dienen, [illegible] an glatten Oberflächen, selbst in umgekehrter [illegible] leicht festhalten können.

Der Hinterleib der Zweiflügler ist [illegible] länglich, zuweilen auch breit und eiförmig, [illegible] bald mit seiner ganzen Breite an der Brust [illegible] ist er durch einen Stiel mit ihr verbunden [illegible] meist 6—9 sichtbare Ringe und endet [illegible] chen oft in eine Spitze, die aus mehreren [illegible] verschiebbaren Ringen besteht, welche [illegible] aus- und eingezogen werden können.

Die Zweiflügler leben als vollkommene [illegible] meist nur kurze Zeit; die Männchen [illegible] lich nach der Begattung, die Weibchen, [illegible] für ihre Brut gesorgt haben. Sie [illegible] gesellig in großen Schwärmen, in Büschen, auf Blumen und Blättern, [illegible] naschen und zu saugen gibt. Einige [illegible]

selbst weit größere Insekten an, um sie und auszusaugen; andere leben parasdem Blute größerer Thiere, doch sind es e Weibchen, welche stechen und Blut saugen, Männchen. Das Tanzen und Schwärmen und Schnaken ist das Vorspiel zum Be-, der meist im Fluge, bald in der grellsten e, bald mehr in der Dämmerung vorgerd. Die Eier, welche meist rundlich ohne Formgestaltungen sind, werden an die Orte die Larven leben; in Form zusammenwimmender Flöße auf das Wasser; in den feuchte Erde, auf Keime und Blätter der Die Raubfliegen legen ihre Eier in die Bienen, deren Larven von ihrer Nachft getödtet werden, zwischen die Blattläuse, ut größerer Thiere, wo sie abgeleckt werden, Darm zu entwickeln u. s. w.

rven der Zweiflügler sind alle fußlos, it Wärzchen an deren Stelle versehen und verschiedenen Typen gestaltet. Die einen n weichen häutigen Kopf, der mit kurzen en versehen ist, hierhin gehören die meisten n oder in faulenden Stoffen lebenden Large in Erde oder solchen Materialien lebende ben indeß schon einen hornigen Kopf, erdem alle im Wasser lebenden Larven ver- Diese haben dann oft noch deutliche hornige, n geeignete Kiefer mit Palpen, seitliche gehänge, die zugleich als Flossen und als emen fungiren und meist neben dem Schwanze oder minder lange, mit einem Borstensterne Athemröhre, durch die sie die Luft einziehen. n sich zu diesem Endzwecke verkehrt in das ndem sie den Borstenstern an der Oberfläche

eiflüglerlarven verwandeln sich in eine ruhende d zwar dient den meisten die eigene Larvenäußere Puppenschale. Diese Haut verhärtet ner ovalen Hülse, in welcher das vollkommene ausbildet und endlich nach Sprengung der vorgeht. Bei andern aber, namentlich bei Wasser lebenden Schnakenlarven, wird die t abgestreift und eine oft sehr in ihrer Gede Larve abweichende Puppe erscheint, die die Larve durch eine Afterröhre, sondern i kurze, an der Brust angebrachte Röhren

dnung der Langhörner (Nemocera).

körper dieser Thiere ist dünn, lang-; der Kopf klein, die Brust meist kurz, chgewölbt. Der Rüssel ist bald kurz, ng. Die Palpen lang, wenigstens ederig, oft federbuschartig. Die Füh-g, dünn, fadenförmig, wenigstens chs Gliedern zusammengesetzt, oft oder gefiedert. Die Füße sind lang, ie Flügel meist lang und schmal.

Mücken (Tipulida) haben einen kurzen, dicken, den Rüssel mit zwei deutlichen Endlippen und i Hornborsten (Kinnbacken) im Innern; die ängen oder sind eingebogen und haben fünf Einige stechen, die meisten aber sind völlig Sie tanzen meist abends in so zahllosen nen, daß man sie oft schon für Rauchsäulen hat. Man hat mehrere Gruppen unterschieden: mmenmücken (Bibionida) mit dickem, fliegen- Körper, auf Blumen; die Larven in Mist und Moder; die Griebelmücken oder Gnitzen (Simulida) mit kurzen vorstehenden Fühlern und vorstehendem Stechrüssel; hierher die meisten Mosquitos und die berüchtigte Columbatzer Mücke des Banats, die dem Vieh so gefährlich ist; die Pilzmücken (Fungicola) mit fadenförmigen Fühlern, deren Larven meist in Schwämmen und Moder leben; hierher gehört die Trauermücke (Sciara Thomae), deren hintereinander kriechende Larven den sogenannten Heerwurm bilden; die Gallmücken (Cecidomyida) mit kugeligem Kopf und langen Fühlern, deren Larven meist in Pflanzen leben, zum Theil durch innere Knospenzeugung sich mehren, und zu welchen die dem Getreide so schädliche sogenannte Hessenfliege (Cecidomyia destructor) gehört; die Buschmücken (Tanypida) mit federbuschähnlichen Fühlern, deren Larven im Wasser leben; die Erdmücken (Terricola) mit langen gespornten Füßen, die Larven in feuchter Erde.

Die Familie der Schnaken (Culicida) hat einen langen, dünnen, geraden Rüssel mit vier deutlichen Borsten; fünfgliederige Palpen, die meist länger sind als der Rüssel, vierzehngliederige Fühler, lang, buschig bei den Männchen, borstig bei den Weibchen. Die Flügel sind längs den Adern mit haarförmigen Schuppen besetzt. (Stechmücke, Culex annulatus, Taf. 27, Fig. 11.) Nur die Weibchen stechen. Die Larven leben im Wasser, haben einen hornigen Kopf mit zwei gefiederten Kinnbacken, die einen steten Strudel unterhalten und eine lange Athemröhre, die schief vom Leibesende absteht und einen Borstenstern hat. Die Puppe ist kurz gedrungen und athmet mit zwei an der Brust liegenden kurzen Röhren.

Unterordnung der Kurzhörner (Brachycera), der eigentlichen Fliegen.

Der Körper dieser Thiere ist meist breit, selten länglich; der Kopf halbkugelförmig oder queroval, von der Breite der Brust; der Hinterleib breiter; der Rüssel ist bald kurz, dick, fleischig, in welchem Falle er meist ganz in eine Vertiefung am Vorderkopfe zurückgezogen werden kann, bald lang, vorstehend, dünn, lederartig. Das wesentlichste Kennzeichen besteht in den Fühlern, die höchstens aus drei Gliedern bestehen, von welchen zwei klein und stielartig, das dritte dick, knopfartig ist. Auf diesem dritten steht eine Geisel oder Borste (stylus). Die Fühler können meist in eine Rinne am Kopfe eingelegt werden. Flügel fehlen nur in einigen Ausnahmefällen, sonst sind sie stets vorhanden.

Die Familie der Bremsen (Tabanida) unterscheidet sich von allen übrigen Kurzhörnern durch die Organisation ihres Rüssels, der ganz demjenigen der Schnaken analog gebaut ist. Der ganze Körper ist breit, platt, stark; der Kopf breit, zusammengedrückt; die Augen groß, meist grünlich schillernd; der Rüssel vorstehend, kurz, dick; die Mittelschienen mit zwei Spitzen, die Tarsen mit drei Fußballen versehen. Das dritte Fühlerglied ist lang, cylindrisch, vier- bis achtgliederig; Flügel stark, dachförmig. Sie stechen sehr empfindlich, saugen das Blut der Säugethiere, fliegen außerordentlich schnell und lange, ohne zu ermüden, und haben ein leises, scharfes Summen. Die Männchen lauern in sonnigen Waldwegen und Schneisen auf die Weibchen, indem sie eine Zeit lang schweben, dann plötzlich an das andere Ende des Weges schießen und dort wieder

schwebend lauern. Sie stürzen sich im Fluge auf die Weibchen, packen sie und erheben sich dann hoch in die Luft. Die Larven leben in der Erde, haben einen hornigen, mit haligen Kiefern bewaffneten Kopf. Die Puppen sind haarig. Die abgebildete Art (Rindsbremse, Tabanus bovinus, Taf. 27, Fig. 12) ist eine allgemeine Viehplage. Die Maden (Made der Rindsbreuse, Fig. 13) leben in der Erde.

Raubfliegen (Asilida). Kopf groß, Stirn eingedrückt Augen seitlich sehr vorragend. Rüssel kurz, wagerecht, Endlippen des Rüsselknopfes vorspringend; Lippe kurz; Fühler kurz, abstehend; Borste oft fehlend. Das Gesicht sehr haarig, Knebelbart stark. Hinterleib cylindrisch oder rundlich. Schwinger unbedeckt. Schienen und Tarsen stachelig. Flügel groß, stark. (Habichtsfliege, Dioctria oelandica, Taf. 27, Fig. 14). Kühne Räuber, die an trockenen, sonnigen Orten selbst weit größere Insekten überfallen, anstechen und aussaugen. Die Larven leben in der Erde, haben einen hornigen Kopf und starke, gekrümmte Kinnbacken. In südlichen Gegenden gibt es Gattungen (Mydas) mit längern Fühlhörnern, die den Uebergang zu den Langhörnern machen.

Familie der Tanzfliegen (Empida) (Schnepfenfliege, Empis tesselata, Taf. 27, Fig. 15). Kopf klein, kugelig. Rüssel dünn, lang, gerade nach unten gerichtet. Palpen zweigliederig. Fühler dreigliederig, das erste Glied sehr undeutlich. Brust hoch, gewölbt; Hinterleib stets dünn, lang, schmäler als die Brust. Füße lang, dünn. Sie schweben und tanzen abends in ungeheuern Schwärmen über Hecken und Gebüschen, leben von Blumensaft und dem Raube kleinerer Insekten, und meist gelingt dem Männchen die Begattung nur, während das Weibchen mit dem Aussaugen seines Raubes beschäftigt ist, den es im Fluge oder im Laufe fängt. Die Larven in der Erde; Puppen mit Widerhaken.

Familie der Dickfliegen (Henopida). Kleiner kugeliger Kopf mit ungeheuern Augen. Hinterleib groß, blasig aufgetrieben. Fühler klein. Kein Rüssel, der Mund bei den einheimischen Arten ganz geschlossen; bei ausländischen Arten langer Rüssel. Die Schwingkolben unter großen Schuppen verborgen. Die abgebildete Art (Dickfliege, Henops gibbosus, Taf. 27, Fig. 16) legt ihre Eier haufenweise an dürre Zweige. Larven unbekannt.

Familie der Gemeinschweber (Bombylida). Kopf kleiner als die Brust. Rüssel dünn, lang, nach vorn gerichtet; Oberlippe sehr lang. Palpen eingliederig, Fühler lang, nahe beieinander; Borste kurz oder fehlend. Brust buckelig. Füße dünn; Flügel lang ausgebreitet (Gemeinschweber, Bombylius major, Taf. 27, Fig. 17). Meist sehr behaarte Fliegen, die äußerst schnell mit tiefem Summen fortschießen und über Blumen schwebend Honig saugen. Eine besondere Gruppe bilden die Trauerfliegen (Anthracida). Kopf vorn rund; Rüssel kurz, meist verborgen, nach vorn gerichtet; Endlippen des Knopfes deutlich; Palpen eingliederig, an der Basis des Rüssels. Augen getrennt. Brust eben; Füße dünn, Fußballen rudimentär. Flügel sehr groß, seitlich ausgebreitet. Meist schwarz mit weißen Linien und Binden. Sie schweben langsam in Gebüschen und auf Blumen. Die Larven finden sich in Bienennestern und scheinen sich theils von den Bienenmaden, theils vom Honig zu nähren.

Familie der Schnepfenfliegen (Leptida). Rüssel vorstehend, Rüsselkopf verlängert; Fühler tief am Grunde des Kopfes eingelenkt; die beiden Hinterfußpaare mit Stacheln an den Schienen; das Endglied des Tarsus mit drei Fußballen versehen. Flügel abstehend; Hinterleib lang zugespitzt. Ty[illegible] Insekten nehmen nur selten Nahrung [illegible] Blumensaft oder kleinen Insekten [illegible] meist ruhig in der Sonne mit senkrecht [illegible] Hinterleibe. Die Larven leben in der [illegible] südlichen Europa vorkommende Gatt[illegible] fliege, Leptis vermileo, Taf. 27, Fig. [illegible] im Sande einen Trichter, in dem sie [illegible] kleine Insekten fängt. Ihr Körper [illegible] wurmartig; der Kopf hornig, kegelförm[illegible]

Familie der Waffenfliegen, Stra[illegible] fenfliege, Stratiomys chamaeleon, Taf. [illegible] breitem Körper, dreigliederigen Ab[illegible] deren Endglied fünfringelig und mit einer [illegible] ist. Die Augen haben oben größere Fa[illegible] Sie haben zuweilen lebhafte Metallfarben [illegible] auf Blumen; die Larven besitzen einen [illegible] verwandeln sich in ihrer Larvenhaut [illegible] weder im Mulm oder im Wasser und [illegible] tern Falle eine mit einem Borstenkr[illegible] Athemröhre.

Familie der Schwebfliegen (Syr[illegible] lebhafte, meist dickleibige Fliegen, [illegible] metallischen Farben geziert. Stirn [illegible] lippe breit, gewölbt, ausgerandet. Rüssel [illegible] Drei Punktaugen. Leben auf Blumen [illegible] Gattungen erscheinen, wenn diese blühen; [illegible] sie meist einsam schwärmend, absatzweise [illegible] und dann lange an demselben Platze schw[illegible] fliege, Syrphus seleniticus, Taf. 27, Fig. [illegible] Larven, die einen weichen häutigen Kopf [illegible] meist in der Erde, im Mist, im Mulm [illegible] gewächsen (Merodon). Andere Larven [illegible] und fußlos, kleinen Blutegeln in der G[illegible] ähnlich, saugen die Blattläuse aus und [illegible] Endzwecke mit einem dreispitzigen St[illegible] andere (Volucella) leben in Nestern [illegible] Wespen und Hummeln und saugen [illegible] aus; noch andere endlich in flüssigen [illegible] schmuzigem Wasser (Eristalis) und [illegible] langen perspectivartigen Athemrohre [illegible] versehen, während zu beiden Seiten des [illegible] Hakenfortsätze sich finden, die zur Bew[illegible]

Familie der Fliegen (Muscida). Fühler [illegible] mit rückständiger Borste. Rüssel mit [illegible] lippen. Sehr zahlreiche Familie mit [illegible] familien. Dungfliegen, Acalyptera. [illegible] fehlen ganz oder sind nur rudimentär. [illegible] bei beiden Geschlechtern breit, die Fühler [illegible] aus einem oder zwei Gliedern gebildet. [illegible] ist länglich, der Kopf halbkugelig, die [illegible] als bei den übrigen Fliegen. Man [illegible] gebildeten Insekten meist in schattigen [illegible] Rasen und auf Wasserpflanzen. Ihr [illegible] sam, schwach. Die Larven sind wurmartig [illegible] veränderlichem Kopfe und leben theils [illegible] verwesenden Stoffen, theils auch in [illegible] zuweilen Galläpfel und ähnliche [illegible] bringen. Die Brillenfliegen (Diopsis), [illegible] (Scatophaga), die Fettfliegen (Piophila), [illegible] in Pökelfleisch, im Käse (die bekannte [illegible] leben und durch Zusammenringelung [illegible] und nachheriges Losschnellen springen. [illegible]

Blumenfliegen (Anthomyida). De[illegible] die Schwinger nicht bedeckend. Fühler [illegible] drittes Glied länglich. Augen auf de[illegible] gerückt, berühren sich meist beim M[illegible] länglich, Kopf halbkugelig; Flug langsam [illegible] leben in Gebüschen, an hellen Tagen [illegible] Wasserpflanzen, die Männchen bilden [illegible]

in der Luft, die Larven haben meist zwei Mundhaken und leben in allen Arten pflanzlicher, besonders verwesender Stoffe. Einige Larven bohren sich Gänge im Gewebe der Blätter von Kräutern.

Die Fleischfliegen (Creophila) haben meist einen gedrungenen Körperbau, rundlichen Hinterleib, breite Brust, queren Kopf und große Deckschuppen, welche die Schwingkolben gänzlich überragen. Die Fliegen haben einen raschen und anhaltenden Flug, halten sich meist auf Blumen oder auf verwesenden Stoffen und in Häusern auf. Die Larven leben im Kothe, in Aas und verwesendem Fleische, wie unsere Schmeißfliege (Musca vomitoria, Taf. 27, Fig. 24), oder auch parasitisch in Raupen von Schmetterlingen und in andern Insekten, besonders solchen, welche von Grabwespen und andern Hymenopteren zur Proviantirung ihrer Brut benutzt werden (Mordfliege, Tachina fera, Fig. 22). Im letztern Falle legen die Mutterfliegen die Eier auf die Raupen u. s. w. in demselben Augenblicke, wo die Mutter Grabwespe ihre Beute in das Loch zieht, worin sie auch ihr Ei legt. Die eben ausgeschlüpften Würmchen bohren sich ins Innere ein, wo sie sich besonders vom Fettkörper nähren und so den Grabwespenlarven ihre Provision vorwegnehmen, sodaß diese zuweilen vor Hunger umkommen. Die Fliegenmaden selbst verpuppen sich zu kleinen Tönnchen, und die Fliegen brechen oft erst aus der Puppe statt eines Schmetterlings hervor. Eine große Raupe kann bis hundert solcher Schmarotzer nähren. Einige dieser Fliegen gebären lebendige Larven.

Familie der Dasselfliegen (Oestrida). Körper dicht behaart. Der Rüssel fehlt meist ganz, sodaß die ausgebildeten Thiere keine Nahrung zu sich nehmen können, oder ist nur sehr klein und der Mundspalt dann sehr eng. Palpen undeutlich. Fühler sehr kurz, in einer Rinne des Kopfes gelegen; drittes Glied kugelig, die dicke, kahle Borste auf seinem Rücken eingefügt. Deckschuppen der Schwingkolben meist sehr groß. Flügel ausgebreitet, in der Ruhe vom Leibe abstehend.

Die ausgebildeten Insekten leben nur sehr kurze Zeit, fliegen rasch und schnell mit scharfem, aber leisem Summen und legen ihre Eier an verschiedene Stellen auf die Haut grasfressender Säugethiere. Die Larven, welche aus diesen Eiern hervorgehen, sind eiförmig, ihr Mund meist mit Wärzchen oder auch mit zwei Harten, gebogenen Haken versehen. Auf dem Leibe stehen Querreihen kurzer Stacheln, die nach hinten gerichtet sind. Die beiden Luftlöcher sind am Hinterende der Larven angebracht. Einige dieser Larven bohren sich in die Haut der Thiere, und eine Art in Südamerika auch in die der Menschen ein und verursachen dort große Eiterbeulen, in welchen sie mit dem Vorderende nach innen stecken, während das Hinterende gegen die Oeffnung des Eitersackes (Dasselbeule) zum Luftschöpfen gerichtet ist. Diese Dasselbeulen werden oft in heißen Ländern so zahlreich, daß die Häute fast werthlos werden. Unter den Landleuten herrscht der irrige Glaube, daß die Larven dieser Dasselbeulen sich in die Viehbremse (Tabanus) verwandeln. Zur Zeit der Verpuppung kriechen die Larven aus der Eiterbeule heraus und lassen sich zur Erde fallen. Ihre äußere Haut bildet die Schale der Puppe (Cuterebra, Hypoderma, Oedemagus auf Hasen, Ochsen, Rentthieren.) Andere Larven leben in den Stirnhöhlen der Schafe und Hirscharten, die Mutter legt die Eier an den Eingang der Nasenhöhlen, von welchen aus die Larven hinaufkriechen (Cephenemyia, Cephalemyia); noch andere endlich legen ihre Eier auf die Schultern der Pferde und Rinder (Rindsdaffel, Oestrus bovis, Taf. 27, Fig. 23), wo die Thiere sie ableden, hinabschlucken, die Larven sich im Magen oder Darm mit ihren Hornhaken festsetzen, zur Zeit der Verpuppung loslassen und mit dem Kothe abgehen, um sich im Dünger zu entwickeln.

Die Unterordnung der Puppengebärer (Pupipara) umfaßt eine kleine Anzahl merkwürdiger parasitischer Insekten, die besonders auf Vögeln und Säugethieren leben und zum Theil ungeflügelt, zum Theil aber auch geflügelt sind. Statt der zu einer Rüsselscheide umgewandelten Unterlippe haben diese Insekten zwei seitliche Hornklappen, die wahrscheinlich umgewandelte Palpen sind. Zwischen diesen Klappen liegen auf einem kleinen Vorsprung zwei starke schuppige Hornborsten, die zum Stechen dienen. Die Fühler sind sehr verschieden gestaltet, bald in Form eines Knötchens, bald wie eine haarige Platte; sie stehen meist mit dem Rüssel auf einem deutlichen Vorsprung des Kopfes, hinter dem die Augen einen markirten Absatz bilden. Die Füße sind lang, stark, mit großen Krallen am Ende versehen, womit sich die Thiere in den Haaren und Federn ihrer Wohnunggeber festhaken. Einige haben Flügel und Schwingkolben, andere sind durchaus flügellos. Der Hinterleib zeigt keine deutlichen Ringel, sondern nur eine weiche, sehr dehnbare Haut.

Die Art und Weise der Fortpflanzung dieser Thiere ist sehr merkwürdig. Die Eierstöcke sind sehr kurz und mit wenigen Eiröhren versehen; die Eier selbst kommen nach der Befruchtung in den untern, beutelartig ausgedehnten Theil der Scheide, wo sich die Embryonen ausbilden und ausschlüpfen. Die Mutter behält die Larven in demselben Sacke, wo sie durch das Secret einer eigenen Drüse ernährt werden und sich endlich verpuppen. Die Puppen, wenn sie geboren werden, haben beinahe die Größe des Hinterleibes der Mutter, sind anfangs weich und bläulich, erhärten dann und springen endlich beim Ausschlüpfen der Fliege mit einem Deckel auf.

Die Hautläuse (Hippoboscida) haben einen breiten, platten Körper, mittelmäßig großen Kopf, deutlich getrennt von der Brust, die wieder vom ungeringelten Hinterleibe abgesetzt ist; längliche, zusammengesetzte Augen; dicke kurze Füße, das fünfte Tarsalglied sehr lang; zwei gezähnelte Krallen am Endgliede. Einige (Lausfliege, Hippobosca equina, Taf. 27, Fig. 25) haben Flügel; andern (Melophagus) fehlen sie gänzlich. Die Geflügelten fliegen schlecht und wenig. Hippobosca (auf Pferden), Ornithomyia, Olfersia, Ornithobia, Anapera, Stenopteryx (alle auf Vögeln), Leptotena (auf Hirschen), Melophagus (auf Schafen).

Die Fledermausläuse (Nycteribida) sind vollkommen flügellos. Kopf sehr klein, vertical gestellt. Brust und Bauch zu einer Masse verschmolzen; Fühler fehlen oder sind nur in Form kleiner Knötchen vorhanden. Die Beine sehr lang, haarig. Die Thiere gleichen kleinen Spinnen, haben aber nur sechs Beine und leben auf Fledermäusen.

Die Bienenläuse (Braulida) haben keine Augen, breiten Kopf, keine Flügel, die Fühler in Rinnen und starke Endklauen mit Kämmen an den Füßen. Sie leben auf Bienen (Braula coeca).

Die Unterordnung der hüpfenden Dipteren (Aphaniptera) umfaßt nur die einzige Familie der Flöhe (Pulicida). Der Kopf dieser Thiere ist sehr klein, vorgebeugt und nur mit einfachen seitlichen Augen, nicht aber mit zusammengesetzten versehen. Die Ringe der Brust sind deutlich getrennt, aber in ihrer Gestalt sehr wenig von denen des Hinterleibes geschieden, der linsenförmig, hoch und von der Seite

her zusammengedrückt ist. Die Körperbedeckungen sind fest, hornig. Neben an dem Kopfe stehen zwei kurze, kolbige, dreigliederige Fühler, in einer Rinne hinter den Augen versteckt, meist zurückgeklappt. Der Rüssel zeigt einiges Abweichende von den übrigen Zweiflüglern; er liegt senkrecht unter der vorstehenden Kopfplatte und besteht aus einer zweilappigen, gegliederten Scheide (Unterlippe) mit fünfgliederigen Tastern, aus einer mittlern Hornspitze, der Zunge, und zwei seitlichen, diese umfassenden Spitzen, den Kinnbacken, welche mit der Zunge zusammen den Stachel bilden. Zur Seite finden sich noch zwei gegliederte Palpen, die den Kinnladen angehören. Die Beine sind lang, die Schenkel dick und besonders die Hinterbeine zum Springen tüchtig. Alle Flöhe (Floh, Pulex irritans, Taf. 27, Fig. 26) sind Schmarotzer, aber nur die Weibchen stechen und saugen Blut. Die Larven finden sich in modernden, fauligen Stoffen, in den Ritzen der Dielen u. s. w., sind madenartig, fußlos, springen, indem sie sich im Kreise biegen, und haben einen hornigen Kopf. Nach zwölf Tagen spinnen sie sich einen kleinen Cocon aus Seide, woraus sie nach etwa zwölf Tagen wieder als vollkommene Insekten hervorgehen.

Die Flöhe der Hunde, Katzen u. s. w. sind specifisch verschieden von denen des Menschen, ebenso der Sandfloh (Chique), dessen Weibchen sich in heißen Gegenden unter die Nägel der Zehen einträbt und dort seine Brut absetzt, die vorher den Hinterleib ungeheuer auftreibt.

Ordnung der Halbflügler oder Schnabelkerfe (Hemiptera).

Insekten mit saugenden Mundtheilen, freiem Prothorax, vier ungleichartigen oder gleichartigen Flügeln und unvollkommener Verwandlung.

Der Kopf ist klein, oft breit, meist aber schmal, dreieckig, vom Halsschilde deutlich abgesetzt und nach unten in einen Schnabel (rostrum) verlängert, der bald mehr an der Spitze des Kopfes, bald mehr nach hinten entspringt und an der Unterfläche des Leibes, zwischen den Einlenkungen der Beine, zuweilen selbst in einer Rinne verborgen liegt. Man unterscheidet an diesem Schnabel, sobald er vollständig ausgebildet ist, folgende Theile: Die Hauptmasse bildet eine gegliederte, von vorniher tief ausgehöhlte Halbröhre, deren Rinne vorn offen ist und die meistens aus drei oder vier zusammengelenkten Abtheilungen besteht. Diese Schnabelscheide geht oben aus der Unterhaut des Kopfes hervor und ist offenbar die ausgewachsene, quergegliederte Unterlippe. In ihr liegen vier feine Hornborsten, die an ihrem Ursprunge im Kopfe spindelförmige Muskeln haben, wodurch sie bewegt werden und neben der Mundöffnung hervortreten. Die äußern dieser Borsten sind meist an der Spitze etwas umgebogen, stärker, leichter zu trennen, es sind die verwandelten Kiefer oder Mandibeln. Die innern Borsten liegen fester zusammen, es sind die Kinnladen oder Maxillen. Zusammen bilden die Borsten ein in der Schnabelscheide verborgenes Stilet, womit die meisten dieser Insekten empfindlich stechen. Am Anfange der Schnabelscheide liegt über dem Beginne der Hohlrinne eine schmale, zungenförmige Decke, die Oberlippe, sodaß also der Schnabel aus den Hauptmundwerkzeugen, Oberlippe, zwei Kieferpaaren und Unterlippe, freilich in fast unkenntlicher Weise modificirt und aller Taster beraubt, zusammengesetzt ist. Die Fühler sind meist fadenförmig, sonst aber sehr wechselnd; die Augen klein, [illegible] stehend; Nebenaugen fehlen oft.

Die Flügel sind sehr verschieden. [illegible] Vierzahl vorhanden, zeigen sich die [illegible] ganz, bald theilweise hornig und dann [illegible] tigen, geaderten Theile versehen; bei [illegible] lederartig, ebenfalls nur zum Theile; bei [illegible] gänzlich den Unterflügeln im Baue gleich. [illegible] tern sind meist kleiner als die in der Ruhe [illegible] den Oberflügel, glashell und mit Rippen [illegible] Die Brust zeigt meist ein deutliches Schild; oft ist zwischen den Flügeln noch ein nicht [illegible] großes Rückenschildchen (Scutellum). [illegible] Bei den meisten finden sich Gangfüße, [illegible] mehr als drei Tarsalgliedern; bei einigen [illegible] Vorderbeine zu Raubfüßen, oder die [illegible] Schwimmfüßen umgestaltet.

Bei der Begattung sitzen viele Schnabel[illegible] einander. Aus den Eiern kommen Larven [illegible] Form, Gewohnheit, Lebensart, Nahrung [illegible] senen Thieren sehr gleichen, aber stets [illegible] meist mit zartem, seidenartigem Flaum [illegible] Nach mehrfacher Häutung zeigen sich [illegible] Flügelscheiden und später die vollständig [illegible] Flügel. Manche gebären lebendige Jungen [illegible] gattung.

Alle Schnabelkerfe saugen Säfte, entweder [illegible] benden Insekten oder auch von Blättern. [illegible] Pflanzensäften lebenden wohnen meist in [illegible] sammen und verursachen durch ihre Stiche [illegible] Entartungen der Gewächse.

Unterordnung der Landwanzen (Heteroptera). Körper meist breit, platt; Kopf kleiner als [illegible] Rückenschwimmern. Fühler faden- oder borstenförmig, frei vorstehend mit deutlichen cylindrischen Gliedern, länger als der Kopf. Der Rüssel entspringt [illegible] Spitze des Kopfes, wird knieförmig umgebogen [illegible] reicht höchstens bis aus Ende der Brust. [illegible] stets von den Unterflügeln verschieden, [illegible] ganz oder nur zur Hälfte hornig und dann [illegible] Flügeldecken der Käfer ähnlich. Unterflügel [illegible] Gehbeine, in ihrer Bildung stets gleich, [illegible] baren Erweiterungen und Dornen versehen, [illegible] meisten haben einen sehr unangenehmen [illegible] Geruch, der lange haftet. Viele sind [illegible] Farben geziert. Man hat viele Familien [illegible] schieden.

Familie der Schildwanzen (Pentatomidae). [illegible] breit, oval, hart. Fühler fünfgliederig. [illegible] des Rückens ist sehr groß, bedeckt wenigstens [illegible] oft den ganzen Hinterleib, sodaß die Thiere [illegible] Käfern sehr ähnlich sehen. Kopf klein, [illegible] schild breit, oft verlängert, mit scharfen Ecken. [illegible] wanze, Pentatoma rufipes, Taf. 27, Fig. [illegible] vereinzelt auf Gewächsen und Blumen [illegible]

Familie der Randwanzen (Coreida). [illegible] länglich; Kopf klein, mit zwei deutlichen [illegible] Nebenaugen. Fühler viergliederig, meist [illegible] gerade, kurz, höchstens mit dem ersten Glied [illegible] Rinne gelegen, dicht an den Leib gedrückt. [illegible] schildchen klein, unbedeckt; Flügeldecken [illegible] (Käferwanze, Scutellera nobilis, Taf. [illegible] Im Gebüsche, im Grase und auf Baumblättern [illegible] vom Raube, fliegen zum Theil gut.

Familie der Blindwanzen (Capsidae). [illegible] seitig, Nebenaugen ganz fehlend. Fühler [illegible] förmig, das zweite Glied oft verdickt; [illegible] länglich, weich; Flügeldecken lederartig [illegible] mit zwei ungleichen Zellen; fehlen [illegible] Beine dünn, fallen leicht ab. (Blind[illegible]

is, Taf. 27, Fig. 29.) Leben meist in Ge-
im Grase, an Baumstämmen und auf Schirm-

: der Hautwanzen (Membranacea). Kopf
flach, horizontal. Augen klein. Schnabel
einer Rinne unter der Kehle versteckt. Fühler
er keulenförmig, kurz, nur auf die halbe Brust
Flügel dünn, geadert, zuweilen gänzlich
Vorderrücken, Flügeldecken und Hinterleib oft
rbaren blasigen und häutigen Fortsätzen ver-
leine zart, dünn, zuweilen die vordern zu
n gestaltet und verdickt. Der ganze Körper
eben meist im Grase, unter Baumrinden, aber
be. Eine Art, die Bettwanze (Cimex lectu-
af. 27, Fig. 30), ist gänzlich flügellos und
vom Blute des Menschen. Sie hält sich be-
n Fugen und Ritzen des Holzwerks auf, er-
der Kälte und kann in diesem Zustande Jahre
ung zubringen.
e der Schreitwanzen (Reduvida). Kopf
oder länglich, hinter den Augen halsförmig
ngeschnürt. Schnabel kurz, meist absteheud,
ung, dünn; Augen groß. Flügeldecken wenig
Beine meist lang; Schenkel oft verdickt, mit
und Borsten besetzt. (Kothwanze, Reduvius
us, Taf. 27, Fig. 31.) Sie nähren sich alle
ern Insekten, die ihr auch dem Menschen
indlicher Stich augenblicklich tödtet; sind nächt-
ere, die tags über im Moos, unter Baum-
n Ritzen der Wohnungen lauern und in der
it ihrem Raube nachgehen. Larven meist
nart, flaumig, mit Moder und Kehricht bedeckt.
rdnung der Wasserwanzen (Hydrocores).
st groß; Augen stets deutlich, stark hervorragend.
ei- oder viergliederig, sehr klein, unter den Augen
meist in einer Rinne liegend. Schnabel kurz,
Knie gebogen, sodaß er höchstens bis auf die
r Brust reicht. Flügel ungleich, die obern
ntartig, deckend, die untern dünn, wasserhell
igen Längsadern. Füße sehr verschieden, die
meist Raubfüße, die hintern Schwimmfüße
gen Borstenhaaren besetzt. Tarsen ein- bis
erig, mit oder ohne Krallen. Alle Arten leben
n Gewässern, und die meisten haben zu dem
der Athmung am Hinterleibe zwei längere
hren. Sie leben sämmtlich vom Raube an-
nsekten, die sie mit den Raubfüßen ergreifen
dem starken Schnabel durchbohren und aus-
Die meisten stechen sehr empfindlich.
lie der Wasserläufer (Hydrometrida). Kör-
it lang gestreckt, linearisch; Fühler lang; vier-
; Schnabel bis auf die Vorderbrust reichend,
gedrückt; Scheide dreigliederig. Nebenaugen
Flügel meist verkürzt oder selbst ganz fehlend,
vollständig und dann die Flügeldecken ganz
g, ohne häutigen Anhang. Beine sehr lang,
die hintern meist länger als die vordern.
in einem Ausschnitt des letzten Tarsalgliedes
. Der ganze Körper ist mit feinen, weichen,
Härchen bedeckt, die das Wasser abhalten.
erläufer, Hydrometra paludum, Taf. 27, Fig.
die Thiere laufen und springen mit großer
igkeit auf der Oberfläche besonders stehender
r und nähren sich von kleinen Insekten. Eine
g, Halobates, ist das einzige Meerinsekt; sie
hoher See in tropischen Zonen.
ilie der Wasserskorpione (Nepida). Kopf
ein, rundlich; Schnabel sehr kurz, bogenförmig
nten gerichtet, nur bis zum Anfange der Brust
. Beine kahl, meist lang; die Hinterbeine zu-
weilen mit Borsten besetzt, aber nicht breitgedrückt und in Ruderform umgewandelt; Vorderbeine kräftig, gebogen, zum Fangen eingerichtet, einigermaßen den Scheren der Skorpione ähnlich, woher der Name. Hinterleib mit langen Athemröhren. (Wasserskorpion, Nepa cinerea, Taf. 27, Fig. 34; Uferskorpion, Naucoris cimicoides, Fig. 33.) Kriechen meist langsam auf dem Grunde der Gewässer, kommen aber nachts hervor, um selbst herumzufliegen.

Familie der Rückenschwimmer (Notonectida). Kopf sehr breit, kurz; Schnabel bis auf die Mitte der Brust reichend. Vorderfüße krallenartig gebogen; Hinterfüße sehr lang, quer nach den Seiten in der Ruhe gerichtet, plattgedrückt, mit langen Schwimmborsten an Schienen und Tarsen, die zweigliederig sind. (Rückenschwimmer, Notonecta glauca, Taf. 27, Fig. 35.) Bauch flach, behaart, Rücken gewölbt. Schnelle geschickte Schwimmer, die aber beim Schwimmen den Bauch nach oben, den Rücken nach unten kehren, also verkehrt schwimmen.

Unterordnung der Gleichflügler (Homoptera).

Vier gleichgestaltete Flügel.

Die Familie der Zirpen (Cicadida), besteht aus dickleibigen Thieren mit großem queren Kopfe, die nur sehr kurze, borstenförmige Fühler von drei bis sechs Gliedern, runde vorgequollene, mittelgroße Augen und meist auch Nebenaugen besitzen, die indessen oft fehlen, oder nur zwei, sehr selten drei sind. Der Schnabel ist kurz, dick, sehr nach hinten gezogen, sodaß er zwischen den Vorderfüßen zu entspringen scheint. Der Vorderrücken hat oft auffallende Fortsätze, Verlängerungen und Dornen, ebenso die Stirn, welche zuweilen blasig hervorgequollen ist. Flügel sind stets in der Vierzahl vorhanden, glashell, die vordern zuweilen mehr lederartig, die hintern weicher, beide mit Netzadern durchzogen. Die Hinterbeine sind meist Springbeine, die Tarsen dreigliederig, die Krallen breit. Sie leben alle auf Pflanzen, deren Saft sie saugen, sind lebhaft und springen oder fliegen, während die Larven oft unbeweglich sitzen. Man unterscheidet folgende Unterfamilien:

Singzirpen, eigentliche Cicaden (Cicadida). Die Fühler stehen vor den Augen, sind drei- bis viergliederig; Augen groß; drei Nebenaugen. Kopf breit, meist vorn ein Kreissegment bildend. Schnabel lang, Flügel ungleich, die vordern länger. Die Larven der Singcicade (Larve der Singcicade, Taf. 27, Fig. 37) leben mehrere Jahre, sind plump und dick und graben sich zum Ueberwintern in die Erde. Die Weibchen bohren ihre Eier in die Rinde der Gewächse mit einem Legestachel. Die Männchen haben an der Unterseite des ersten Hinterleibsringels zwei tiefe, weite Stimmhöhlen, in deren Grunde eine gefaltete, trockene, elastische Haut ausgespannt ist, welche ein starker Muskel nach innen zieht. Das Losspringen dieser Trommelhaut erzeugt einen scharfen, singenden, lauten Ton, der wirklich noch unangenehmer bei den südlichen großen Arten ist, als das Schrillen der Heimchen oder Grillen unserer Gegenden, aber unbegreiflicherweise von den sonst so ästhetischen Griechen als schöne Musik gepriesen wurde. Die abgebildete Art (Singcicade, Cicada plebeja, Fig. 36) kommt bei uns besonders auf der Ulme vor.

Leuchtzirpen (Fulgorida). Die Fühler sind unter den Augen neben den Wangen eingelenkt und meist unter einer Leiste, welche die Wangen von der Stirn trennt, verborgen. Der Kopf ist scharfkantig, oft in eine Spitze oder Blase vorgezogen, mit scharfen Leisten

bedeckt; Flügel meist gefärbt, ziemlich gleich. Man glaubte von einigen Arten, dem Laternenträger aus Surinam (Fulgora laternaria) insbesondere, die hohle Stirn leuchte, was aber unrichtig ist. Die Larve der abgebildeten, sehr vergrößerten Art (Minircicade, Cixius nervosus, Taf. 27, Fig. 38) bohrt in Blätter.

Buckelzirpen (Membracida). Der Kopf steht senkrecht, die Stirn ist nach unten, der Scheitel nach vorn gerichtet; der Vorderrücken mit großen Dornen, Fortsätzen, Buckeln u. s. w. versehen, die oft den ganzen Leib bedecken und wodurch die Thiere ein abenteuerliches Ansehen erhalten. Vorderflügel meist häutig, mit parallelen Adern. (Ohrenzirpe, Ledra aurita, Taf. 27, Fig. 40.)

Schaumzirpen (Cercopida). Körper meist kurz; Fühler dreigliederig, vor den Augen eingelenkt; zwei Nebenaugen. Kopf horizontal gestellt, Stirn nach vorn gewendet, Rückenschildchen unbedeckt. Die Larven lassen ihren flüssigen Koth in Blasen aus dem After hervortreten und bedecken sich so mit einem Tröpfchen Speichel, dem sogenannten Kukuksspeichel. (Schaumcicade, Aprophora spumaria, Taf. 27, Fig. 39.)

Die Familie der Blattflöhe (Psyllida) unterscheidet sich durch einen mehr rückwärts eingelenkten Stachel, kürzere Fühler, die nie die Länge des Leibes erreichen und an der Spitze gespalten sind, und verdickte, zum Springen eingerichtete Hinterschenkel. (Blattfloh, Psylla genistae, Taf. 27, Fig. 41.) Beide Geschlechter sind stets geflügelt. Sie leben ebenfalls auf Blättern, springen aber bei der geringsten Bewegung ab. Die Weibchen haben eine Legesäge, mittels deren sie die Eier in die Knospen der Blätter einsenken.

Blattläuse (Phytophthiria). Kurze Thierchen mit schmalem Kopfe, dreiringeliger Brust und flaschenförmigem, dickem Hinterleibe, die stets auf Gewächsen leben und dort oft durch ihre Stiche Gallen und ähnliche Auswüchse verursachen. Die Fühler sind faden- oder borstenförmig, länger als der Körper; die Augen meist mittelgroß, rundlich vorstehend, die Fühler zwischen ihnen eingesetzt. Nebenaugen fehlen. Der Schnabel ist meist lang, dünn, entspringt an der untern Seite des Kopfes weit nach hinten hin und wird unter den Kopf zurückgeschlagen getragen; die Schnabelscheide ist dreigliederig; Flügel meist vorhanden, öfter bei den Weibchen fehlend; Vorderflügel stets viel größer; Beine lang, dünn; Tarsen zweigliederig, mit zwei Klauen versehen.

Bei den eigentlichen Blattläusen (Aphidida) stehen auf dem Hinterleibe zwei gerade Röhren, aus denen ein süßer Zuckersaft quillt, nach dem die Ameisen besonders sehr begierig sind. Jeder Ameisenstock hat gewissermaßen eine Domäne von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, auf deren Blättern und Wurzeln Blattlauscolonien sitzen, die von den Ameisen sorgsam gepflegt, oft selbst von einem Orte zum andern getragen werden. Man sieht, wie die Ameisen dieses ihr Melkvieh liebkosen, sanft mit den Fühlhörnern streicheln und klopfen, bis sie den Honigsaft aus den Röhren lassen, welchen die Ameisen gierig einschlucken. Die Fortpflanzungsweise dieser Thiere ist eigenthümlich. Im Herbst gibt es geflügelte Männchen und Weibchen, die sich begatten, wonach das Männchen stirbt, das Weibchen seine Eier in Rinden legt oder auch unter der Erde an Wurzeln fortlebt. Im Frühjahr kriechen die Jungen aus; flügellose Weibchen, deren Eierstöcke vielkammerige Eiröhren besitzen und kurze Eileiter ohne Samentasche, Begattungstasche oder Kittorgane. Diese Thiere bringen ohne Begattung durch innere Knospung Eier hervor, die noch im Eileiter ausschlüpfen, sodaß sie lebendige Larven gebären, die nach mehrmaliger Häutung wieder auf dieselbe Art Junge [illegible] folgen sich den ganzen Sommer [illegible] zehn, unter günstigen Umständen sehr [illegible] Generationen ungeschlechtiger Wesen, [illegible] Erzeugung von Männchen und eierlegenden [illegible] die sich begatten, die Reihe schließt. Die [illegible] Weibchen haben lange Kittdrüsen, eine [illegible] was beides den Ammen fehlt, und einen [illegible] ren. Viele Blattläuse bedingen durch [illegible] Rollungen und Auswüchse der Blätter, [illegible] mit ihrer Brut leben.

Schildläuse (Coccida). Die meisten [illegible] wohnen in wärmern Zonen, alle parasitisch [illegible] wächsen, die sie selten verlassen. Ihre [illegible] sonders die der Weibchen, ist so abweichend [illegible] lange von einigen Arten bezweifelte, ob [illegible] Thiere seien. Die Männchen sind [illegible] schlank, mit wagerechtem Kopfe, langen [illegible] schnurförmigen Fühlern, die meist behaart [illegible] sehr kleinen Augen, die aus gehäuften einfachen [illegible] augen bestehen. Die Mundwerkzeuge [illegible] die im vollkommenen Zustande nur sehr [illegible] leben und keine Nahrung zu sich nehmen, [illegible] lich verkümmert, sodaß nur ein Paar [illegible] ihrer wahrgenommen werden. Flügel sind [illegible] nur zwei vorhanden, sehr selten findet [illegible] flügel, meist statt ihrer nur Schwingkolben [illegible] kümmerte Stummeln; sie sind sehr zart [illegible] Die Weibchen sind durchgängig flügellos; [illegible] Körper schildförmig, oben gewölbt, unten [illegible] Beine sehr kurz; der Kopf gar nicht unter [illegible] Körperringe oft undeutlich. Die weiblichen [illegible] sitzen wie flache Warzen an den Gewächsen, [illegible] Gewebe ihr mit sehr langen Borsten versehener [illegible] permanent eingesenkt ist, und sind meist [illegible] feinen Flaum zarter Wachsfäden bedeckt. [illegible] oft in diesem Zustande die Beweglichkeit [illegible] legen nach der Begattung die Eier unter [illegible] sie dieselben mit dem schildförmigen Körper. Nach dem Eierlegen sterben sie, und der [illegible] bildet nun eine feste, schildförmige Decke [illegible] Eiern, die demnächst ausschlüpfen. Die [illegible] bewegliche, muntere Thierchen, deren Geschlecht [illegible] schied sich meist nur an der Breite des Leibes [illegible] läßt; auch die männlichen Larven verwandeln [illegible] eine bewegliche, umherkriechende Puppe [illegible] Gliedern und anliegenden Fühlern und Füßen [illegible] rend die weiblichen Puppen sich nur durch [illegible] Breite von den Larven und durch längere [illegible] den Weibchen unterscheiden. Die meisten [illegible] führen in der Körperbau ein schön rothes [illegible] Cochenille oder Kermeslack. Man züchtet [illegible] nung dieses Farbstoffs besonders in Mexiko [illegible] laus oder Cochenille (Coccus cacti, Taf. [illegible] indem man trächtige Weibchen in besondere [illegible] die Blätter der Pflanzen setzt und die Larven [illegible] sich festgesogen haben, auf diesen Pflanzen [illegible] Man sammelt die todten Männchen nach [illegible] gattung und tödtet diejenigen trächtigen [illegible] deren man nicht zur Nachzucht bedarf, [illegible] Blechen, worauf man sie getrocknet in [illegible] bringt. Vor der Ausbeutung in Amerika [illegible] zu gleichem Zwecke eine Schildlausart, [illegible] in Norddeutschland und Polen auf den [illegible] Scleranthus perennis vorkommt.

Schmarotzer (Parasita).

In die Familie der Läuse (Pediculida) [illegible] einige Gattungen mit durchscheinendem, [illegible] Körper, an denen Brust und Hinterleib [illegible]

oder gar nicht getrennt sind und die nur auf Säugethieren schmarotzen. Der Kopf ist deutlich abgesetzt, dreieckig, kugelig oder eiförmig; die Fühlhörner kurz, meist schwach behaart, aus fünf beinahe gleichgroßen Gliedern zusammengesetzt; die Augen sehr klein, jederseits hinter den Fühlern bemerklich; die Mundwerkzeuge bestehen aus einem Rüssel, der ganz in den Kopf zurückgezogen werden kann und aus einer weichen, unten erweiterten Scheide zusammengesetzt ist, in welcher vier Stechborsten spielen, die das eigentliche Stilet zusammensetzen; die Scheide selbst hat an ihrer Spitze eine doppelte Reihe von feinen Häkchen. Die Brust läßt sich bei den meisten Gattungen nicht deutlich von dem Hinterleibe unterscheiden; sie trägt drei kurze, kräftige Klammerfußpaare, deren letztes Glied mit einer starken, gekrümmten Klaue bewaffnet ist, die sich gegen einen Ausschnitt einklappen und so das Haar wie eine Zangenschere fassen kann.

Die verschiedenen Gattungen und Arten dieser Familie leben schmarotzend nur auf dem Menschen und auf Säugethieren, deren Haut sie anstechen, um ihr Blut zu saugen. Die Eier oder sogenannten Nisse werden an die Haare angeklebt und schlüpfen in wenigen Tagen aus. Jede Art von Säugethieren hat eine besondere Art von Läusen, und der Mensch allein nährt vier Arten, die verschiedenen Gattungen angehören, indem die Kopf- und Kleiderlaus (Kopflaus, Pediculus capitis, Taf. 27, Fig. 43) sehr von der Filzlaus (Phthirius pubis, Fig. 44) abweichen.

Als Anhang erwähnen wir noch die Familie der Pelzfresser (Mallophaga). Diese Insekten haben im allgemeinen die Gestalt der Läuse, zeigen aber stets einen deutlich abgesetzten Kopf von dreieckiger oder halbrunder Gestalt, der oft mit sonderbaren Spitzen besetzt ist. Die Fühler sind ebenfalls fünfgliederig, die Mundwerkzeuge aber zum Kauen eingerichtet. Sie haben nämlich zwei deutliche, hakenförmige Kiefer, welche von oben und unten durch breite Lippen bedeckt sind. Kinnladen mit oder ohne Taster sind bald vorhanden, bald fehlen sie. Die Füße sind kurz, kräftig, die Tarsen zweigliederig, mit starken, einfachen oder doppelten Krallen bewaffnet. Sie leben meist auf Vögeln, sowie auch auf Säugethieren, fressen die feinen Flaumfedern und Flaumhaare ab, saugen kein Blut und gehören, ihrer kauenden Mundtheile wegen, gar nicht zu den Halbflüglern, lassen sich aber bisjetzt noch zu keiner andern Ordnung bringen.

Klasse der Tausendfüße (Myriapoda).

(Tafel 27, Figur 45 bis 49.)

Durch Tracheen athmende Gliederthiere mit getrenntem Kopfe, einem Fühlerpaare, ohne deutlich geschiedenen Thorax und mit vielen fußtragenden Ringeln, die einander ziemlich gleich sind.

Die äußere Körperform dieser Thiere ist gewöhnlich die eines langgestreckten, bald walzensförmigen, bald mehr abgeplatteten Wurms mit deutlich abgesetztem Kopfe und einer großen Anzahl von gegliederten Füßen, die zu beiden Seiten des Körpers seiner ganzen Länge nach stehen; nur wenige Arten sind platt, breit, etwa von der Gestalt der Kellerasseln, mit welchen ältere Naturforscher sie zuweilen verwechselten. Der rundliche, platte Kopf trägt stets ein Paar fadensförmiger, meist vielgliederiger Fühler, welche ganz in derselben Weise wie die Fühlhörner der Insekten vorn auf der Stirn eingelenkt sind; gewöhnlich sind diese Fühler nur kurz, selten erreichen sie die Länge des Körpers. Hinter den Fühlern stehen auf der Seite die Augen, welche bei einigen Gattungen fehlen, und immer aus gehäuften einfachen Augen bestehen. Die Mundwerkzeuge, welche der Kopf auf seiner untern Fläche trägt, sind eigenthümlich gebildet und zeigen bedeutende Verschiedenheiten bei den einzelnen Gattungen. Die Oberlippe ist sehr klein und meistens mit dem Kopfschilde verwachsen; unter ihr liegen zwei längliche, gegliederte, quer gezähnelte und harte Hornstücke, welche offenbar zum Kauen tauglich sind und die man den Kiefern der Insekten zur Seite stellen muß. Hinter diesen Kiefern findet man zwei andere gegliederte Stücke, die weicher sind und eine tasterartige Beschaffenheit haben; an ihrer Basis sind sie mit zwei spitzen, langen Hornstücken verbunden, welche in die Mundöffnung hineinstehen und offenbar die Kinnladen (maxillae) der Insekten darstellen. An diesen Laden ist noch ein zweites Paar von Tastern eingelenkt, die an ihrer Spitze mit einer kleinen Klaue bewaffnet und wol dem innern Ladentaster der Laufkäfer analog sind. Die Unterlippe ist bei den Tausendfüßen das wesentlichste Organ zum Ergreifen der Beute und zum Beißen geworden. Die Lippe selbst ist nämlich tief gespalten, hart, hornig und auf der Innenseite mit starken Zähnen besetzt; auf ihr eingelenkt stehen die Lippentaster, welche hier zwei starke, gegliederte Haken darstellen, die wie eine scharfe Kneipzange gegeneinander wirken und bedeutend verletzen können, so selbst, daß der Biß der großen Arten in südlichen Gegenden für eine gefährliche Verwundung gilt. Nicht bei allen Gattungen sind indeß die Kauwerkzeuge in dieser Weise ausgebildet, ja es gibt selbst solche, bei denen die Lippentaster und Kiefer gänzlich zurücksinken und die Lippe sich zu einer Art Scheide ausbildet, sodaß gewissermaßen ein Saugrüssel hergestellt wird.

Der Körper der Tausendfüße läßt niemals eine Abtheilung von Brust und Hinterleib erkennen. Er besteht aus einzelnen Ringen, deren Zahl oft in die Hunderte steigt, und die einander um so ähnlicher sind, je bedeutender ihre Zahl ist. Jeder dieser Ringe trägt entweder ein oder selbst zwei Paar Füße, an welchen man stets deutlich die besondern, mit Krallen bewaffneten Fußglieder unterscheiden kann, während die übrigen Glieder des Fußes meist durchaus von derselben Größe sind und keine weitern Formeigenthümlichkeiten zeigen. Auffallend ist die Besonderheit, welche nur bei der Familie der Doppelfüßer in dieser Klasse, und sonst bei keinem Gliederthiere vorkommt, daß die Körperringel je zwei Paare von Beinen tragen, die hintereinander stehen.

Der innere Bau der Tausendfüße entspricht ganz demjenigen der Insekten. Der Hirnknoten ist ziemlich groß, in zwei Hälften getheilt, das Bauchmark lang gestreckt, aus vielen fast gleichmäßig großen, in einer Reihe längs des Körpers gestellten Knoten zusammengesetzt, die bald durch doppelte Längsfäden verbunden sind, bald unmittelbar aneinanderstoßen. Der Schlund ist kurz; auf ihn folgt ein langgestreckter Chylusmagen, der mit einem körnigen Leberüberzuge versehen ist und in dessen Ende die sehr einfachen, wenig zahlreichen Harngefäße einmünden. Die Athemorgane sind sehr deutlich und bestehen aus büschelförmig verästelten Luftröhren, die ganz wie diejenigen der Insekten gebaut sind und von Stigmen ihren Ursprung nehmen, die meist spaltenförmig gebaut, zuweilen aber auch rund und von einer siebförmigen Hornplatte gedeckt sind. Diese Luftlöcher stehen meist paarweise neben den Fußwurzeln und entsprechen nicht immer den einzelnen Ringen, sondern wechseln gewöhnlich in unregelmäßigen Verhältnissen ab. Das Herz bildet einen langen, cylindrischen Schlauch, welcher der Rücken

seite entlang läuft, eine Menge Arterien abgibt, und gegen den Kopf hin sich in eine Aorta fortsetzt, deren beide Aeste den Schlund umfassen und sich auf der Bauchseite wieder vereinigen, um ein längs der Nervenkette hinlaufendes Bauchgefäß zu bilden. Die Arterien endigen mit offenen Mündungen; das in die Leibeshöhle ergossene Blut sammelt sich in der Umgegend des Herzens und tritt durch viele seitliche Spalten in die Herzkammern ein.

Alle Tausendfüße sind getrennten Geschlechts und pflanzen sich nur durch geschlechtliche Zeugung fort; sie haben stets nur einen einzigen, weiten, schlauchförmigen Eierstock, der sich bald vorn unter dem dritten, bald hinten an dem letzten Leibesringel durch zwei kurze Eileiter öffnet und mit dem gewöhnlich birnförmige Samentaschen in Verbindung stehen. Die Männchen haben bald einen, bald zwei Hodenschläuche, zuweilen selbst mehrere, welche gewöhnlich in der vordern Leibesgegend in eine oder zwei kurze warzenförmige Ruthen ausmünden. Man hat beobachtet, daß die Thiere, wenn sie aus dem Ei schlüpfen, nur drei Fußpaare besitzen, oder auch ganz fußlos sind, und daß bei jeder folgenden Häutung eine gewisse Anzahl von Füßen neu entsteht.

Die Tausendfüße leben meist auf der Erde unter Steinen, Moos, niedrigen Pflanzen, oder auch unter Baumrinden verborgen. Einige graben sich in die Erde ein. Die meisten laufen ebenso schnell rückwärts als vorwärts, und rollen sich in Gefahr ringförmig ein. Wir theilen die ganze Klasse in zwei Familien.

Die Familie der Einfüßer (Chilopoda) besteht aus stets plattgedrückten Tausendfüßen mit meist dachziegelförmigen Ringen, langen Fühlhörnern, die wenigstens vierzehn Glieder haben und deren Mundwerkzeuge jene Ausbildung zeigen, welche wir oben von der Klasse überhaupt beschrieben. Der Eierschlauch der Weibchen läuft von vorn nach hinten und öffnet sich unmittelbar vor dem After. Die Ringe des Körpers, die gewöhnlich gleich, zuweilen aber auch abwechselnd ungleich sind, bestehen aus zwei Halbbogen, die an der Seite häutige Verbindungen haben. Jeder Ring trägt nur ein einziges Beinpaar, die oft eine bedeutende Entwickelung erreichen. Der Biß der großen Arten, welche in den heißen Zonen vorkommen, wird für giftig gehalten, ohne daß man bisjetzt besondere Giftorgane hätte entdecken können. Der Schildfuß (Scutigera araneoides, Taf. 27, Fig. 45), den wir hier abbilden, findet sich in Südeuropa in der Erde, während der tropische Skolopender (Scolopendra Lucasii, Fig. 46) gefürchtet ist und der kleine Tausendfuß (Geophilus electricus, Fig. 47), ein unschädliches kleines Thier, bei uns häufig ist.

Die Familie der Doppelfüßer (Diplopoda) besteht aus gewöhnlich wurmförmigen oder stark abgeplatteten Thieren mit Ringen, welche die bei den Krustenthieren gewöhnliche Härte erreichen. Die Fühler sind kurz, siebengliederig, der Leib aus unter sich gleichen Ringen zusammengesetzt, deren jeder zwei Paare kurzer Füße trägt, die aus sechs Gliedern bestehen und eine kleine einfache Kralle tragen. Die weiblichen Thiere haben einen von hinten nach vorn verlaufenden Eierschlauch, dessen Oeffnungen am vordern Leibesende sich befinden. Die Kauwerkzeuge sind verschieden gestaltet, die großen hakenförmigen Klauentaster der Unterlippe nur rudimentär. Zu dieser Familie gehören die drehrunden Vielfüße (Vielfuß, Julus terrestris, Taf. 27, Fig. 48), die sich einrollen und von welchen die abgebildete Art den Runkelrüben zuweilen sehr schädlich wird, und die Schalenassseln (Schalenassel, Glomeris limbata, Fig. 49) mit abgeplattetem Körper, die sich wie Asseln kugelförmig [illegible] können.

Klasse der Spinnenthiere (Arach[illegible]

(Tafel 27, Figur 50 bis Tafel 28, Figur [illegible])

Gliederthiere ohne deutlich [illegible] Kopf, mit zu Beißwerkzeugen [illegible] ten Fühlern und nur an der Kopf[illegible] phalothorax) eingelenkten, [illegible] Gliedmaßen, ohne Füße am [illegible] Nur einfache Augen. Niemal[illegible] athmung.

Die drei Körperregionen sind bei den [illegible] niemals vollständig getrennt; bei vielen [illegible] Formen bildet der ungegliederte Körper [illegible] zige mehr oder minder rundliche Masse, [illegible] vorn die Mundwerkzeuge, weiter gegen [illegible] die Beine, und hinten After und Geschlechtsorgane angebracht sind, sodaß also sämmtliche [illegible] Körpers gänzlich ineinandergesteckt sind. [illegible] übrigen Arachniden sind Kopf und Brust [illegible] einzigen Masse, der Kopfbrust (cephalothorax) [illegible] schmolzen, der Hinterleib dagegen mehr [illegible] deutlich abgesetzt; doch zeigt sich bei manchen [illegible] brust gegliedert und in deutliche Ringe [illegible] denen jeder ein Paar Füße trägt. Verschiede finden sich in der Bildung des [illegible] indem dieser bald gegliedert, bald ungegliedert.

Die Grundlage der Haut besteht [illegible] das meist weich, haut- oder lederartig [illegible] nur in wenigen Fällen eine größere Härte [illegible] eine glasartige Sprödigkeit erhält. Trotz [illegible] Dehnbarkeit, die sich besonders nach [illegible] zeiten oder während der Entwickelung [illegible] gibt, besitzt dennoch diese Haut keine [illegible] tractionsfähigkeit; nur selten ist sie über [illegible] Körper nackt; meist finden sich Haare, [illegible] auch sehr sonderbar gegliederte Anhänge [illegible] auf dieser Haut, unter welcher in Form [illegible] und Bläschen die Farbstoffe abgelagert [illegible] vielen Arachniden ihre schönen Färbungen.

Die Beine der Arachniden bestehen in [illegible] Ausbildung aus denselben Theilen, welche [illegible] so festem Typus bei den Insekten [illegible] ein rundliches Hüftglied (coxa), an welches [illegible] kurzer Hüftknorren (trochanter) anschließt. [illegible] Einlenkung des Beins an der Kopfbrust [illegible] folgt gewöhnlich ein ziemlich kräftiger Schenkel [illegible] und dann eine langgestreckte Schiene (tibia), [illegible] sich ein gewöhnlich zweigliederiger Tarsus, [illegible] dessen Ende eine oder mehrere Krallen [illegible] Bei den Milben fällt es häufig sehr schwer, [illegible] meist in gleiche Abschnitte getheilten Beine [illegible] schiedenen Abtheilungen herauszuziffern. [illegible] langbeinigen Weberspinnen erscheint [illegible] Tarsalglieder oft so sehr vermehrt, daß [illegible] Bestimmung ebenso schwierig wird. Gewöhnlich die drei hintern Beinpaare einander [illegible] das vordere Beinpaar sehr mannichfach [illegible] nimmt und sich hierdurch wie durch seine [illegible] an die Mundwerkzeuge als einen eigenthümlichen fuß oder als Kinnlade (Maxille) darstellt [illegible] ordentlich verschieden ist dann ferner die [illegible] des letzten Tarsalgliedes; bei manchen [illegible] Milben sind die Fußkrallen durch gewisse [illegible] ersetzt; bei den übrigen, welche ihre Füße [illegible] Laufen oder zum Haschen der Beute [illegible] sich gewöhnlich eine oder zwei einfache [illegible] den meisten spinnenden Arachniden [illegible] Krallen auf der innern Seite mit Kämmen

besetzt, die offenbar zur Handhabung des
Beziehung stehen und denen oft noch eine
iere Kralle gegenübersteht.
undwerkzeuge der Arachniden sind zwar
elben Typus ausgebildet, allein in so ver-
Richtungen entwickelt, daß es schwierig hält,
llgemeinen zu schildern. Mit Ausnahme
zen Familie sind sämmtliche Arachniden fleisch-
hiere, die meistens ihre Beute mit List oder
berfallen und aussaugen, nachdem sie ihr
tete Wunde beigebracht haben. Die beiden
en an dem Munde werden von den um-
n Fühlern gebildet, die bald stiletartig
Messerklingen vorgeschoben werden können,
Scheren ausgebildet sind, und in andern
eder einen dicken, kurzen Fortsatz darstellen,
ich eine scharfe Klaue wie die Klinge eines
ewegen läßt; hinter diesen Kieferfühlern
die eigentlichen Kiefer, welche bald scheren-
, bald wirkliche viergliederige Taster dar-
deren Basis sich nur eine Platte befindet,
auch kaum zum Beißen oder Kauen benutzt
nn. Außer diesen mannichfach wechselnden
rn findet man gewöhnlich nur noch sehr
lstige Lippen, die bei dem Saugen an die
ung der Beute angedrückt werden. Bei vielen
hen die Mundwerkzeuge auf einem besondern
aren Rüssel, dessen Basis oft so ange-
ist, besonders bei jungen Thieren, daß man
ondern, vom Leibe abgesetzten Kopf vermuthen
Irrthum, der sich leicht durch die Beobach-
Augenstellung aufklären läßt.
lervensystem der Arachniden zeigt, über-
id mit der Verschmelzung der einzelnen Kör-
auch meistens einen sehr hohen Grad der
tion. Bei den einleibigen Milben existirt
einziger Bauchknoten, und statt eines Hirn-
nur ein einfaches Band über den Schlund
während bei den Spinnen ein ungeheuerer
en sich findet, der fast unmittelbar in das
bergeht, sodaß in der Nervenmasse nur ein
och zum Durchtritte des Schlundes bleibt.
nge des Hinterleibes findet sich dann noch
iltnißmäßig kleiner Bauchknoten, der indessen
) fehlt, während bei den langleibigen Skor-
ne den Ringeln des Hinterleibes entsprechende
tenkette existirt.
Sinnesorganen hat man bisjetzt außer ein-
ugen keine Spur entdecken können, obgleich
viß den Arachniden um so weniger Geruch
ör abstreiten darf, als man namentlich hin-
es letztern bei der Zähmung von Spinnen
achtung gemacht hat, daß sie auf musikalische
erbeikamen und das ihnen bestimmte Futter
ng nahmen. Die einfachen Augen der Arachni-
hen aus einer becherförmigen Ausbreitung der
n, die von einer dunkel gefärbten Pigment-
geben ist und nach innen einen kegelförmigen
er umhüllt, in dessen nach außen gerichteter
e kugelförmige Linse steckt, welche von einer
n Hornhaut überwölbt wird. Die Zahl
igen wechselt von zwei bis acht, und meistens
seitlich, oder noch häufiger in einer Gruppe
f der Kopfbrust, oder selbst mitten auf dem
es ungegliederten Leibes auf. Gewöhnlich ist
he dieser Augen ebenso verschieden wie ihre
und Richtung, sodaß alle diese Verschieden-
anz vortreffliche Merkmale zur Unterscheidung
tungen und Arten bilden.
Darmkanal der Arachniden beginnt gewöhn-
lich mit einem dünnen, knieförmig gebogenen, anfangs hornigen, dann sehr muskulösen und angeschwollenen Schlunde, der bei den Skorpionen und übrigen krustenartigen Arachniden in den geraden Darmschlauch sich fortsetzt, welcher, ohne weitere Besonderheiten in seinem Verlaufe zu zeigen, am Ende des Hinterleibes sich in einen spaltenartigen After öffnet. Bei allen übrigen Arachniden dagegen bildet der Magen entweder einen mittlern Sack, oder gar einen hohlen Ring, von welchem aus oft sehr lange Blindsäcke entspringen, die bald auf die Kopfbrust und den Leib beschränkt sind, oft aber auch weit in die Beine und Kiefertaster hinein, selbst bis in die Nähe des Klauengliedes sich erstrecken. Von diesem vielfach verzweigten Magen aus entspringt nach hinten ein Darmkanal, der meistens unmittelbar vor dem After eine kloakenförmige Ausdehnung besitzt. Speicheldrüsen kommen fast überall vor; die Leber erscheint bei den niedern Typen nur als körniger Ueberzug über den Darm, während sie bei den höhern eine ansehnliche lappige Masse bildet, die aus kurzen Blindsäcken besteht. Die Harnorgane existiren in Form dünner, meist unverästelter Röhrchen, die unter dem Magen in den Darm einmünden.

Besondere Athemorgane fehlen mehrern nieder stehenden Arachniden durchaus, während bei den höhern bald Luftröhren, bald aus einer eigenthümlichen Modification dieser Luftröhren hervorgehende, sogenannte Lungen vorhanden sind. Die Luftröhren sind äußerst zart, mehr oder minder verästelt und entspringen von Athemlöchern, Stigmen, die meistens sehr versteckt und paarig angebracht sind. Bei den Spinnen kommen ganz platte Luftröhren vor, welche die Luft sehr fein zertheilt enthalten und den Uebergang zu den sogenannten Lungen bilden. Diese bestehen aus rundlichen Säcken, die sich auf der Bauchfläche des Unterleibes befinden, durch eine Querspalte nach außen öffnen und in ihrem Innern eine gewisse Anzahl von Platten, in ähnlicher Weise gestellt wie die Blätter eines Buchs, enthalten; jedes dieser Blättchen stellt eigentlich eine Reihe plattgedrückter Luftröhrenstämme dar.

Die Arachniden, welche keine besondern Athemwerkzeuge besitzen, entbehren auch jeder Spur eines Kreislaufs, während bei den andern sich ein wohlausgebildetes Herz findet, das meistens eine schlauchförmige Gestalt besitzt. Dieses Herz ist in mehrere Kammern abgeschnürt, die auf ihren Seiten Spaltöffnungen zeigen, während das Herz selbst eine große Anzahl von sehr feinen Arterien aussendet, die sich in dem Körper verzweigen und ohne Zweifel mit offenen Mündungen endigen, da nirgends rückführende Gefäße existiren.

Fast alle Arachniden sind mit besondern Giftorganen ausgestattet, welche bei den meisten an dem Kopfe liegen und mit den Mundwerkzeugen in Verbindung stehen, bei den Skorpionen aber an der Spitze des Hinterleibes angebracht sind. Gewöhnlich bilden diese Giftdrüsen paarige gewundene Drüsenschläuche, die dünne Ausführungsgänge entsenden, welche in den hakenförmig gebogenen, scharfen Klauen der Kieferfühler oder in dem gekrümmten Schwanzstachel der Skorpione nach außen münden. Bei größern Spinnen kann man leicht beobachten, wie in dem Augenblicke, wo die Haken der Kieferfühler in den Körper eines gefangenen Insekts geschlagen werden, ein Tröpfchen heller Flüssigkeit aus der Spaltöffnung der Klaue in die Wunde fließt, und den augenblicklichen Tod des Insekts herbeiführt. Für uns hat dieses Gift nicht einmal die Folge, wie dasjenige, welches der Stachel einer Wespe liefert, und der Biß der größten Vogelspinnen führt nach dem Zeugniß der Reisenden in

den heißen Klimaten Südamerikas höchstens Fieber mit einiger Geschwulst des gebissenen Theils herbei. Von manchen Gattungen heißer Länder, deren Biß von den Eingeborenen für giftig gehalten wird, fehlen durchaus alle constatirten Beispiele, und die Geschichten, welche man von der Tarantel, einer in Südeuropa einheimischen Art von Wolfsspinnen, oder von der Malmignatte erzählt, sind insofern reine Fabeln, als zwar die sogenannte Tarantelkrankheit, eine eigenthümliche Art von Nervenkrämpfen, existirt, ihre Ursache aber niemals in dem Bisse der unschuldigen Spinne liegt, welcher sie zugeschrieben wird. Gefährlich ist aber allerdings der Stich der großen Skorpione, welche die Tropen bewohnen, und man kennt unzweifelhafte Beispiele tödlicher Verwundung von Menschen durch diese Thiere.

Die weiblichen Geschlechtstheile bestehen aus traubigen Eierstocksschläuchen, die zuweilen eine Röhrengestalt haben und mit kurzen Eileitern in die Scheide einmünden, welche sich gewöhnlich an dem Vordertheile des Hinterleibes in der Nähe der Wurzel desselben öffnet. Unmittelbar an dem Ausgange der Scheide liegen zwei hornige, birnförmige Samentaschen, und sehr oft zeigt sich eine Legeröhre, die ziemlich weit aus dem Leibe hervorgestreckt werden kann. Die männlichen Geschlechtstheile sind im Durchschnitt sehr ungenügend bekannt, obgleich man die Geschlechtsunterschiede, welche viele dieser Thiere in Größe, Farbe und namentlich in der Gestalt der Kiefertaster zeigen, schon lange erkannt hat. Die Hoden stellen bald einfache Schläuche, bald vielfach gewundene Blinddärme, bald traubenförmige Bläschen dar, welche gewöhnlich an der Basis des Hinterleibes in einer einfachen Querspalte sich öffnen. Bei einigen Milben, sowie bei den Weberspinnen, existirt eine lange, meist hornige Ruthe, und bei den Männchen gewöhnlich besondere Stacheln und Haftapparate. Am merkwürdigsten sind die Begattungsorgane der männlichen Spinnen, die gewöhnlich weit kleiner sind als die Weibchen, und oft nur mit großer Gefahr ihre Brunst befriedigen können, indem bei vielen Gattungen, wie z. B. den Kreuzspinnen, die Weibchen, wenn sie keine Lust zur Begattung haben, oder auch unmittelbar nach derselben über die schwächern Männchen herfallen und sie ohne weiteres auffressen. Bei andern Gattungen herrscht freilich Eintracht zwischen beiden Geschlechtern, sodaß Männchen und Weibchen benachbarte Netze oder selbst eine Zeit lang nur ein Netz gemeinschaftlich bewohnen. Bei den männlichen Spinnen sind die Kiefertaster verdickt und enthalten in ihrem letzten ausgehöhlten Gliede einen weichen, spiralig aufgerollten Körper, zu dem sich meistens noch höchst seltsame hornige Stücke gesellen, die bald wie Haken, bald wie Schüffeln oder Schalen aussehen und einen äußerst complicirten Apparat darstellen, vermittelst dessen die Männchen vor der Begattung die aus ihrer Geschlechtsöffnung tropfenweise hervortretende Samenfeuchtigkeit auftupfen und dann in die weibliche Geschlechtsöffnung hineinbringen.

Die meisten Arachniden legen Eier, nur einige Milben und die Skorpionen machen hiervon eine Ausnahme, indem bei ihnen die Eier sich innerhalb der Eileiter so weit entwickeln, daß sie lebendige Junge gebären.

Die meisten Thiere der Klasse, besonders die den höhern Typen angehörenden, kommen durchaus in derselben Form aus dem Ei heraus, welche sie später behalten werden, und die ganze Aenderung, welche sie erleiden, bezieht sich auf unbedeutende Farbenveränderungen während der mehrfachen Häutungen; die nieder stehenden Arachniden dagegen, wie die Asselspinnen und die übrigen Milben, erleiden artige Metamorphosen, indem sie sehr unentwickelten Füßen, denen die oder mit wenigen Fußpaaren zur Welt unentwickelten Milben haben gewöhnlich paare, zuweilen selbst nur zwei, und weichende Gestalt, indem ihr Körper und der Vordertheil, welcher die trägt, knopfartig angeschwollen ist. das mangelnde Fußpaar bei der ersten bei einer schmarotzenden Familie aber würmern (Linguatula), gehen die Leben gänzlich verloren, und bei einigen setzen sich die sechsbeinigen Jungen andere Wasserinsekten, indem sie sich dern Schnabel einbohren, und machen Puppenschlaf durch, während dessen Fußpaar ausbildet und die sackförmige als Puppenhülle dient.

Ordnung der Gliederspinnen (Arthrogastra).

Hinterleib gegliedert; Kieferfühler scherenförmig; Kiefertaster vielgeg

Die Familie der Skorpione (Scorpiones) schon aus alten Zeiten wegen ihrer schaften berühmt und lange Zeit mit den sammengeworfen worden, mit welchen That durch die massiven Scheren, die Kopfbrust und den gegliederten walzenförmigen leib, der von der Kopfbrust nicht abgesetzt Aehnlichkeit hat. Die ganze Familie ist lichen Zonen beschränkt und nur eine kleine bildete Art (Scorpion, Scorpio europaeus Fig. 50) kommt auf dem Südabhange Europa vor.

Die schildförmige Kopfbrust der Skorpione dem Vorderrande in der Mitte zwei gr die auf einem Hügel stehen, und zwei liche Paare an dem Vorderrande. Die groß, vielgliederig, ihr äußerstes Glied breite, handförmige Schere, die sich Krebsscheren auf den ersten Blick dadurch daß der äußere Finger beweglich ist feststeht, während bei der Krebsschere Fall eintritt. Zwischen diesen beiden vorn an dem Kopfschilde die kleinen scherenförmigen Kieferfühler. Betrachtet seite eines Skorpions, so sieht man gleichgestalteten, mit Doppelkrallen welche auf die Scheren folgen und deren so hart aneinanderstehen, daß sie zum Nahrung dienen können, zwei eigenthümlich artige Organe, deren Bedeutung noch ist, zwischen denen sich aber die Geschlechtsöffnung findet. Die vier ersten Ringe des Hinterleibes tragen auf der Unterfläche gestellten Schlitze, welche in die Lungen Der schwanzartig verlängerte Hinterleib einem etwas angeschwollenen Gliede, das men, sehr scharfen und harten, halbkreisförmigen trägt, an dessen Spitze die Oeffnung der Giftdrüse befindet. Beim Gehen tragen die Skorpione Theil des Schwanzes nach oben gebogen, stets zum Stechen bereit sind. Sie nähren Insekten, die größern südlichen Arten auch Reptilien und ähnlichen Thieren, die Giftstachel tödlich verwunden. Das Gift südlichen Arten, welche die Länge eines

erreichen, kann sogar für den Menschen den.

cherskorpione (Obisida) (Büchersklifer cancroides, Fig. 51) sind kleine Thiereeist walzenförmigem Körper, der vielgliederig und vier Paar gleichmäßiger Füße sowie nges Tasterpaar trägt, deren viertes Glied ztliche Schere endigt. Zwei oder vier Augen der Seite der vordern Abtheilung der Kopfe Mundwerkzeuge sind aus zwei kleinen, igen Kieferfühlern gebildet, welche nach htet zwischen den Scherentastern stehen. auchseite der beiden ersten Hinterleibringe h ein Paar seitlicher Stigmen, von welunverzweigte Luftröhren den Körper durchie nächtlichen Thiere schweifen besonders an rten, unter alten Büchern, in Häusern u. s. w.

i felskorpione (Phrynida) ähneln einigerSkorpionspinnen, indem sie ebenfalls nur Fußpaare besitzen, während die Vorderfüße ctigen Organen umgewandelt sind. Die dieser Thiere ist schildförmig, der deutlich geringelte Hinterleib bald rundlich, bald d dann in eine vielgliederige Borste enDie Taster sind außerordentlich dick, stark, n gebogen und mit einer hakenförmigen, talle bewaffnet, also förmliche Greiforgane, mit Stacheln oder scharfen Vorsprüngen vischen ihnen stehen die kleinen Kieferfühler, akenförmig, wie bei den Vogelspinnen, bald iig sind, wie bei den Skorpionen. Die en acht Augen, von denen zwei mitten und itlich auf der Kopfbrust stehen. Es finden hnen nur zwei Paar Lungensäcke, deren n den Zwischenräumen der drei ersten Bauchn. Die wenigen Arten kommen nur in der ie vor und gelten, vielleicht ihrer Aehnlichkorpionen wegen, für giftig.

rmilie der Skorpionspinnen (Solpugida) nur wenigen, meist großen, spinnenartigen ie sich wesentlich von den eigentlichen Spindie Gliederung des ganzen Körpers unterMan bemerkt deutlich drei Abtheilungen, eine welche man mit vollem Rechte den Kopf an und die außer den Mundwerkzeugen und n noch zwei Paar fußartiger Anhänge trägt; ere, die Brust, aus drei Ringen bestehend Paar eigentlicher Füße tragend; und einen n, meist birnenförmigen und walzigen Hin. Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei großen Kieferfühlern, die eine Schere welche sich nach unten öffnet; unter diesen auf deren oberm Kamme ein dünner geiselhang sitzt, steht noch ein kleineres, scheren. Werkzeug, welches offenbar den eigentlichen der Insekten entsprechen dürfte. Hierauf sehr langen, vielgliederigen Taster, welche en drei Hinterfußpaaren nur dadurch unterdaß sie keine Krallen am Ende tragen, und o wie die eigentlichen Füße beim Gehen Ein weiteres Paar von Anhängen, den vokommen gleich, ebenfalls ohne Krallen, das hnlich als das erste Fußpaar zählt, entspricht en Kieferfüßen der Krebse und ist, wie rpaar, unter dem Kopfringe angebracht, welzwei großen kugelförmigen Augen an seinem rderrande trägt. Die drei echten, mit Dopversehenen Fußpaare, von welchen das gene, lappenartige Anhänge an Schenkel und Schienen trägt, sitzen an den Brustringen fest. Zwischen dem ersten und zweiten Fußpaar befinden sich seitliche und an der Unterfläche des Hinterleibes noch zwei mittere Spaltöffnungen, welche in die Luftröhren führen. Die Skorpionspinnen sind äußerst gefräßige, nächtliche Thiere, welche selbst Eidechsen und kleine Vögel anfallen und in ihrem Vaterlande für äußerst giftig gelten, besonders die Art (Skorpionspinne, Galeodes araneoides, Fig. 54), welche in den Steppen der Wolga vorkommt, obgleich man keine constatirten Beweise für diese Volksmeinung hat.

Die Weberspinnen (Opilionida) (Weberspinne, Phalangium opilio, Fig. 53) bestehen aus kurzleibigen Thieren, die sich meist durch ihre ungeheuer langen und dünnen Füße auszeichnen. Die Kopfbrust, welche vier enorme Fußpaare trägt, ist gewöhnlich so breit als der Hinterleib, welcher in allen Fällen gegliedert erscheint und dadurch sich wesentlich von dem Hinterleibe der Milben unterscheidet. Die Mundtheile sind eigenthümlich gebildet; nach außen stehen die Taster, welche gewöhnlich fünfgliederig sind, eine einfache, borstenförmige Gestalt haben. Zwischen diesen Tastern, die etwas mehr nach hinten eingelenkt sind, finden sich die eigentlichen Kieferfühler, welche hier aus drei Gliedern bestehen, deren erstes sehr dick und groß und das letzte als Schere gestaltet ist. Diese Organe werden meistens nach unten eingeschlagen getragen, sodaß nur das dicke Basalglied vor dem Kopfe in Form eines stumpfen Fortsatzes vorragt. Der Magen der Weberspinnen hat außerordentlich viele kleine Blindsäcke, und die Centralganglienmasse eine sehr sonderbare Gestalt, indem sie flügelartige seitliche Fortsätze darbietet, von welchen die Nerven entspringen. Das Luftröhrensystem ist sehr entwickelt, die Stigmen unter den hintersten Beinen angebracht und zwischen denselben die Geschlechtsöffnung, aus welcher beim Männchen eine außerordentlich lange, gegliederte, vorn mit Borsten besetzte Ruthe hervorgestreckt werden kann. Es sind meistens nächtliche Thiere, welche sich von kleinen Insekten nähren.

Ordnung der Weberspinnen (Araneida).

Hinterleib ungegliedert; Kieferfühler klauenartig; zweites Tasterpaar beinförmig, deshalb acht Beine.

Der Körper der eigentlichen Spinnen besteht immer aus zwei verschiedenen Abtheilungen, aus der einfachen, ungegliederten, gewöhnlich härtern Kopfbrust und dem rundlichen oder länglichen, selten mit Höckern oder Auswüchsen gezierten, kurz gestielten Hinterleibe, an dessen hinterm Ende die eigenthümlichen Spinnwarzen sitzen. Die sechs oder acht einfachen Augen stehen stets vorn an dem Rande der Kopfbrust in einer eigenthümlichen Gruppe, sind nicht immer gleich groß und bieten durch ihre Stellung ganz vortreffliche Charaktere zur Unterscheidung der Gattungen dar. Vorn an dem Kopfe sind seitlich, dem ersten Fußpaare genähert, die langen Taster eingelenkt, welche gewöhnlich fünfgliederig sind und bei dem Männchen ein angeschwollenes Ende tragen, das, wie früher bemerkt wurde, als Begattungsglied dient. Bei einigen Gattungen sind diese Taster zu einem förmlichen rudimentären Fußpaare mit Klaue und Sohle an der untern Fläche umgewandelt. Nach innen von diesen Tastern liegen die Kieferfühler, die hier zu eigenthümlichen Waffen umgewandelt sind. Sie bestehen aus einem außerordentlich dicken, angeschwollenen Basalgliede, in welchem die Giftdrüse liegt, und aus einem scharfen, hakenförmigen Endgliede, einer Klaue, die gewöhnlich nach

innen, selten nur noch unten eingeschlagen wird und an ihrer Spitze von dem Kanal der Giftdrüse durchbohrt ist. An der Basis der Taster und unter den eben beschriebenen Kieferfühlern finden sich zwei seitliche, haarige Lappen, unter denen eine einfache Platte als Unterlippe die Mundöffnung schließt. Einen höchst merkwürdigen Apparat besitzen die Spinnen in den Spinndrüsen und Warzen, mittels deren sie ihre Gewebe anfertigen. Die Spinnwarzen, deren sich meistens drei, selten nur zwei Paare an der untern Spitze des Hinterleibes befinden, haben die Gestalt stumpfer, meist zwei- oder dreigliederiger, oben abgerundeter Kegel, deren jeder auf seiner Spitze ein von einem Borstenkranze umgebenes nacktes Feld trägt, auf welchem erst die eigentlichen Spinnröhrchen stehen, deren Zahl bei den größern Spinnen oft über tausend beträgt. Jedes dieser Spinnröhrchen läßt bei dem Spinnen den zähen, glasbellen Stoff vortreten, welcher augenblicklich an der Luft zu einem außerordentlich feinen Faden verhärtet; mittels der Fußklauen, zu denen oft noch eigenthümliche, kammartige Vorrichtungen treten, werden diese vielfachen Fäden zu einem einzigen vereinigt. Durch diese Fäden, welche sie überall hin ankleben, können sich die Spinnen sogar in die Luft erheben, und sie dienen ihnen hauptsächlich, um jene Gewebe zu verfertigen, die theils ihre Wohnungen bilden, theils auch zum Fange der Beute dienen. Die Drüsen, welche diesen Klebstoff absondern, haben sehr verschiedene Gestalten, meist aber eine schlauchförmige, verästelte Form.

Die Spinnen scheiden sich nach ihrer Lebensart in zwei große Gruppen; die einen bedienen sich ihrer Seide nur zum Tapezieren ihrer Wohnungen, zum Einhüllen der Eier in besondere Cocons, welche bei jeder Gattung eine eigenthümliche Gestalt haben und deren Fäden man sogar, wenn auch ohne Erfolg, in der Industrie zu verwenden versucht hat, sowie zum Festhalten bei ihren Bewegungen; die andern aber benutzen außer zu den erwähnten Zwecken ihre Seide auch zur Anfertigung von Geweben, in welchen sich die Insekten fangen, verwickeln und ausgesogen werden. Die Gestalt dieser Netze ist äußerst verschieden; bald bilden sie förmliche senkrechte Kreise mit radiären Strahlen und äußerst regelmäßigen Zwischenräumen; in andern Fällen erscheinen die ebenfalls senkrecht angelegten Netze unregelmäßig; andere, wie unsere gewöhnlichen Hausspinnen, machen sehr dichte Gewebe, die wie eine Hängematte horizontal ausgespannt sind. Die meisten Spinnen bauen sich eigene Wohnungen in der Nähe ihrer Gewebe, welche oft mit großer Kunst angelegt sind und in denen die Cocons mit den Eiern verborgen werden; andere schleppen sogar diese Eier in einem eigenen Sacke mit sich herum.

Die Familie der Vogelspinnen (Mygalida) umfaßt die größten aller Spinnenarten, die mit ausgespannten Füßen oft einen handgroßen Raum einnehmen. Sie kommen nur in wärmern Ländern, die nördlichsten an den Ufern des Mittelmeers vor, sind meistens dick behaart und unterscheiden sich von allen übrigen Spinnen durch den Bau ihrer Taster, ihrer Kieferfühler und die Zahl ihrer Lungensäcke, deren vier mit besondern Stigmaten versehen sich finden, un ihrer Spinnwarzen, deren nur vier sind, während die übrigen Spinnen alle sechs Spinnwarzen haben. Die Taster sind lang, fußartig, in ähnlicher Weise wie die Füße, vorn mit einer Klaue bewaffnet und am letzten Gliede unten mit einer Sohle versehen, sodaß sie also förmliche Kieferfüße darstellen, wie sie bei den Krebsen gewöhnlich sind. Die gewaltigen Kieferfühler haben eine große, gebogene Klaue, die nicht wie bei den übrigen Spinnen [illegible] dern nach unten eingeschlagen wird. [illegible] braun oder schwärzlich gefärbten [illegible] Erdlöchern oder in Spalten, in denen [illegible] regelmäßige Fäden spannen; meist jagen [illegible] und die großen Arten der Tropen [illegible] kleiner Vögel bemächtigen können. [illegible] einheimische Minirspinne (Clenia [illegible] Fig. 55) schließt ihr mit Seide ausgeklei[illegible] mittels eines sehr künstlichen Deckels, [illegible] verwebt und den sie mit vieler Kraft [illegible] sobald man ihn zu öffnen versucht.

Die eigentlichen Spinnen (Aranei[illegible]) [illegible] Spinnwarzen, einfache Taster, die [illegible] dienen, sonst aber sehr an Gestalt [illegible] Kieferfühler, bei welchen die Klauen [illegible] zu eingeschlagen werden. Man kann [illegible] lich drei Unterabtheilungen unterscheiden. Webespinnen (Sedentaria) stehen [illegible] zwei geraden oder gekrümmten Querrohren, in gleicher Entfernung voneinander, [illegible] Enden einander genähert sind. Die Weber [illegible] alle ihre Beute entweder in förmlichen [illegible] unregelmäßigen Fäden, in deren Nähe sie [illegible] haben. Die gewöhnlichen Kreuzspinnen (Epeira diadema, Taf. 27, Fig. 56), unsere Hausspinnen (Tegenaria) und eine im südlichen Europa gefürchtete Art, die Malmignatte, gehören [illegible] Gruppe. — Eine zweite Gruppe wird von [illegible] ferspinnen (Argyronetida) gebildet, [illegible] webespinnen, die aber im Wasser selbst [illegible] spannen und sich unter dem Wasser [illegible] eine dichte Glocke weben, die sie mit Luft [illegible] unter welcher sie auf ihre Beute lauern. [illegible] in ähnlicher Weise wie einige auf dem [illegible] nende Gattungen außer den Lungen [illegible] liche Spalten, die in weite Luftröhrenästen [illegible] welche sich im ganzen Körper verzweigen. — [illegible] Gruppe endlich wird von den Jagdspinnen (Lycosida) gebildet und zeigt in unserm Klima [illegible] kleine Arten (Hüpfspinne, Salticus [illegible] und 58), in südlichen Gegenden aber [illegible] Vogelspinnen nahe kommende Gattungen, [illegible] auch die berühmte Tarantel (Lycosa [illegible]) [illegible] hört. Ihre Augen stehen in drei Reihen [illegible] die Thiere machen kein Gewebe, sondern [illegible] nur mit Fäden zur Vorsorge gegen [illegible] und Fallen an, schweifen tagsüber nach [illegible] welche sie im Sprunge haschen.

Ordnung der Milben (Acari[illegible])

Kopfbrust und ungegliederter [illegible] in eine gemeinsame Masse verschmolzen. [illegible] Beine wie bei den Spinnen.

Kopf, Brust und Hinterleib sind [illegible] zige Masse verschmolzen, auf deren Unterseite [illegible] Beine eingelenkt sind, die bei den [illegible] Familien, sogar im ausgebildeten Zustande [illegible] sehr reducirt sind. Die Körperbedeckung [illegible] Thierchen, deren größte Arten nur einige [illegible] erreichen, ist gewöhnlich außerordentlich [illegible] einer einzigen Familie zeigt sie eine fast [illegible] keit. Die Mundwerkzeuge bestehen [illegible] einem Rüssel, in welchem zwei scharfe [illegible] Stacheln verborgen sind, die zum [illegible] Beute dienen. Zuweilen ist der Rüssel [illegible] Waffen trägt, förmlich gegliedert und [illegible] Fernrohr aus- und eingeschoben werden [illegible] kanal, welcher auf diesen Rüssel folgt, [illegible]

he seitliche Anhänge, die meistens schon von außen rch die Nuancen der Farbe erkannt werden können. elen Milben, besonders denen, welche unter der nnt anderer Thiere schmarotzen, fehlen die Augen; i den meisten sind sie in der Zweizahl vorhanden d stehen dann seitlich auf dem vordern Theile der pfbrust. Zu beiden Seiten des Rüssels sind bei n meisten zwei tasterartige Organe eingelenkt, welche r verschiedene charakteristische Formen annehmen nnen und gewöhnlich fünf Glieder besitzen. Bei der nen Familie erscheinen diese Taster klappenartig, nen bezähnt, in ähnlicher Weise zum Fangen der eute eingerichtet, wie die Raubfüße der Heuschrecken-hse; bei andern dient das einschlagbare Glied dieses ysters, das mit einem Haken bewaffnet ist, als Anker m Festhalten unter dem Wasser; in andern Fällen d die Taster spindelförmig oder einfach borstenförmig, ch in andern klappenartig und mehr oder minder st dem Rüssel selbst verwachsen. Die Füße wechseln hrerordentlich an Ausbildung, Länge und Gestalt, daß man von fast fußlosen Gattungen bis zu r höchsten Ausbildung von Schreit- oder Schwimmßen alle möglichen Zwischenstufen findet. Bei den her entwickelten Familien der Ordnung hat man gene Athemorgane gefunden, welche aus Röhren steben, die unverästelte Büschel bilden und von zwei tlichen Luftlöchern entspringen, die gewöhnlich zwischen n Beinen angebracht sind. Ein Herz hat man noch i keiner Milbe entdeckt.

Die meisten Milben legen Eier, einige wenige geiren lebendige Junge; alle machen während der ugend einen Larvenzustand durch, in dem sie sich rch die Existenz von nur sechs Beinen auszeichnen. Die Familie der Laufmilben (Trombidida) wird m einer großen Anzahl kleiner, meist rother oder lber Milben gebildet, die meistens sehr lange, dünne, haarte, mit spitzen Krallen besetzte Lauffüße haben nd deren Taster geknickt und mit stumpfem Endgliede rsehen sind, sodaß sie wie Raubfüße zum Fange benutzt werden können. Ihr Körper ist sehr weich, meist cht behaart, zuweilen gleichförmig, in andern Fällen uer getheilt, die Augen sehr verschieden; bei einigen hlen sie ganz, bei andern finden sich zwei, vier, selbst chs Augen, die meist auf der Seite, zuweilen sogar uf eigenen Stielen außerhalb der Taster stehen. Die uf Bäumen, im Moose u. s. w. lebenden (Cochenilleilbe, Trombidium holosericeum, Taf. 27, Fig. 59) thiere sind gewöhnlich lebhaft, laufen sehr schnell und pinnen kleine Zelte über ihre Eier und Nester. Die echsbeinigen Jungen, deren Gestalt von derjenigen ser Alten oft sehr verschieden ist, leben als Schmarotzer gewöhnlich auf Insekten und wurden unter mehrfachen Gattungsnamen früher beschrieben.

Die Familie der Wassermilben (Hydrachnida) begreift verhältnißmäßig sehr große, zuweilen mehrere Linien lange Milben mit kugeligem oder eiförmigem Körper und langen, meist behaarten oder bestachelten, am Ende mit zurückziehbaren Klauen besetzten Füßen (Muschelmilbe, Limnochares concharum, Taf. 27, Fig. 60), die zum Schwimmen tauglich erscheinen. Die Taster sind lang, die beiden ersten Glieder meist dick, die letzten hornig gekrümmt und wie eine Klinge nach unten einschlagbar. Die Augen stehen auf dem Scheitel meist zu zweien oder vieren, zuweilen auch so gehäuft, daß das scheinbar einfache seitliche Auge aus zweien zusammengesetzt ist; der Schnabel ist bald verborgen, bald vorstehend. Die Thiere leben im Wasser und besitzen Luftröhren, kommen aber niemals an die Oberfläche, um Luft zu schöpfen, sodaß es scheint, als ob diese Luftröhren geeignet wären, mittelbar aus dem Wasser die in ihm enthaltene Luft abzuscheiden, in ähnlicher Weise, wie dies bei den Kiementracheen vieler Insektenlarven der Fall ist. Die jungen sechsfüßigen Larven zeigen sehr wesentliche Unterschiede von den alten Thieren, indem sie einen ganz eiförmigen Körper besitzen, an dem vorn die Mundwerkzeuge kopfartig hervorstehen; sie heften sich an verschiedene Wasserinsekten an, bohren den Schnabel ein und bilden sich als schmarotzende Puppen vollständig aus.

Die Familie der Zecken (Ixodida) besteht aus ziemlich großen, platten Milben, deren vorderer Körpertheil auf dem Rücken mit einem harten, hornigen Schilde bedeckt ist, während der hintere Theil des Hinterleibes sehr ausdehnbar ist und außerdem meist gefaltet erscheint. Die Füße sind kurz, aus gleichförmigen, rosenkranzartigen Gliedern gebildet, am Ende mit einer Kralle und einem ungestielten Haftlappen versehen; der Rüssel ist bedeutend groß, vorstehend, die Taster scheidenartig an ihn angelegt, die Unterlippe hervorgezogen, in Form einer Halbkehle ausgebildet und mit rückwärts gewandten Zähnen besetzt; die Klingen sind kurz, dick, dreigliederig, das äußerste Glied ebenfalls gezähnelt und scharf. Die augenlosen Thiere lauern in Wäldern und Gebüschen auf vorübergehende Säugethiere, bohren den aus der Vereinigung der Unterlippe und der Klingen gebildeten Rüssel in die Haut ein und saugen sich so voll Blut, daß sie manchmal die Größe einer Bohne erreichen. Die abgebildete Art lebt auf dem Igel (Igelzecke, Ixodes Erinacei, Taf. 28, Fig. 2).

Die Familie der Krätzmilben (Acarida) besteht aus meist kugelförmigen, weichen, ungefärbten Milben, welche als Schmarotzer auf der Haut anderer Thiere, auch des Menschen (Krätzmilbe, Sarcoptes hominis, Taf. 28, Fig. 4), leben, dort Gänge graben und durch den steten Reiz, welchen sie ausüben, jene Ausschlagskrankheiten erzeugen, die man unter dem Namen der Krätze kennt. Andere Arten leben freilich in faulenden Pflanzen- und Thierstoffen, wie namentlich eine sehr häufig in altem Käse (Käsemilbe, Acarus siro, Taf. 28, Fig. 3), welche von geschickten Betrügern den Unkundigen zuweilen als die echte Krätzmilbe vorgezeigt wird. Die Milben dieser Familie sind alle sehr klein, durchaus blind und mit meistens kurzen, unförmlichen Füßen versehen, die wurstförmig gegliedert erscheinen und sehr weit von der Mittellinie nach außen eingelenkt sind. Außer einer kurzen, feinen Kralle tragen diese unvollkommenen Füße meist noch einen an einem langen Stiele befestigten Haftlappen und lange bewegliche Fäden, die wie Peitschenschnuren umherhängen. Der Rüssel ist lang, dick, kegelförmig; die Klingen scherenförmig, dick; die Taster klein und mit dem Rüssel selbst verwachsen. Die Jungen haben nur sechs Füße, sonst aber die Körperform der ausgebildeten Thiere. Zu dieser Familie gehören auch die Balgmilben (Demodex), welche häufig in den Haarbälgen des Menschen, besonders in den sogenannten Mitessern auf der Nase vorkommen. Die Thiere haben höchstens die Länge einer Zehntellinie und bestehen aus einem wurmförmigen Leibe, der sich bei zunehmendem Alter mehr und mehr verkürzt, und aus einer breitern, weichen Kopfbrust, welche bei den jüngern, langleibigen Individuen drei Paar, bei den ältern, kurzleibigen, vier Paar kurzer, mit drei Krallen bewaffneter Fußstummel trägt.

Ordnung der Zungenwürmer (Linguatulina).

Durch Schmarotzerthum zurückgebildete, wurmähnliche Milben ohne Füße.

Familie der Zungenwürmer (Linguatulida), eine Gruppe von Thieren, die in den Stirnhöhlen, der

Lungen der Säugethiere oder in den Lungen verschiedener Eidechsen und Schlangen gefunden werden. Die ausgebildeten Thiere haben einen wurmförmigen, bald runblichen, bald abgeplatteten Körper mit vielen deutlichen Ringeln und ohne eine Spur von Sinneswerkzeugen, Füßen oder andern gegliederten Anhängen. Am vordern Ende des Körpers befindet sich der Mund, und zu beiden Seiten desselben zwei Paar krummer, beweglicher, scharfer Haken, welche zur Befestigung des Thiers an seinen Aufenthaltsort dienen und früher für Oeffnungen gehalten wurden, woher der unrichtige Name Pentastomum, den man der Gattung gab. Das Nervensystem besteht wesentlich aus einem dicken Brustknoten, der mit einem einfachen Schlundringe in Verbindung steht. Die Geschlechter sind getrennt. Ehe man die Entwickelung der Eier kannte, mußte man diese Thiere nothwendig zu den Eingeweidewürmern stellen, obgleich ihre Organisation vieles Abweichende von diesen bot; seitdem man aber in den Eiern die freilich noch unentwickelten Embryonen gefunden hat, die einen birnförmigen Körper besitzen, welcher in der Mitte zwei Paar gegliederter, kurzer, mit Doppelkrallen versehener Füße und vorn einen Stechapparat trägt, der aus einer mittlern Klinge und zwei seitlichen spitzen Klappen besteht; seit dieser Zeit ist es unmöglich, in den Zungenwürmern etwas anderes zu erkennen als Gliederthiere, welche im ausgebildeten Zustande durch das Schmarotzerleben eine Rückbildung erleiden, die den ursprünglichen Typus bis zum Unkenntlichwerden verwischt. Die Jungen leben meist in Cysten in der Leber und Lunge von Pflanzenfressern und gehen beim Verzehren derselben in die Nasen- und Rachenhöhle des Fleischfressers über, wo sie geschlechtsreif werden. Die abgebildete Art (Zungenwurm, Pentastomum taenioides, Taf. 28, Fig. 6) aus der Nasenhöhle des Hundes.

Ordnung der Bärthierchen (Tardigrada).

Acht stummelförmige Beine; Stechapparat; Zwitter.

Die Familie der Bärthierchen (Tardigrada) besteht aus kleinen Thierchen mit weichem, walzenförmigem Leibe, die sich fast überall im Moose, im Sande der Dachrinnen und in süßen Gewässern finden (Bärthierchen, Macrobiotus Hufelandi, Taf. 28, Fig. 5). Bei den meisten zeigen sich nur undeutliche Andeutungen einer Ringelung in der sehr weichen und dehnbaren Haut; bei einer einzigen Gattung (Emydium) findet man eine festere Hautbeschaffenheit und schildartige Ringel von unbestimmter Zahl. Die acht Beine, welche diese Thiere besitzen, sind sehr kurz, stummelartig, kaum deutlich gegliedert und gewöhnlich mit vier großen, bald gleichen, bald ungleichen Krallen bewaffnet. Das letzte dieser Fußpaare sitzt immer ganz hinten an dem Körper, fast wie ein getheilter Schwanzanhang, sodaß also ein eigentlicher Hinterleib gänzlich fehlt. Nach vorn erscheint der Körper schmäler, zugespitzt oder abgerundet, ohne daß man einen eigentlichen Kopf unterscheiden könnte. Man sieht vorn auf diesem Kopfe zwei seitliche einfache Augen. Die Mundwerkzeuge dieser Thiere bestehen aus einem kurzen röhrenförmigen Rüssel, in dessen Innerm ein Stechapparat angebracht ist, der aus zwei kurzen spitzen Klingen besteht, die zusammengelegt einen dolchartigen Stachel bilden und durch mächtige, im Schlundkopfe angebrachte Muskeln vor- und rückwärts bewegt werden können. Der Darmkanal läuft gerade durch den Körper hindurch, hat aber eine Menge traubiger Anhänge an allen Seiten. Besondere Athemwerkzeuge und Kreislaufsorgane fehlen gänzlich. In dem kurzen Eierstock paarig scheint und auf den nach hinten a[illegible] blase folgen soll (die aber wahrsch[illegible] Samentasche ist) entwickeln sich stets [illegible] zu gleicher Zeit. Die Thierchen legen [illegible] der Häutung in die abgelegte Haut [illegible] so zum Schutze dient. Die ausgeb[illegible] sind den Alten vollkommen ähnlich, [illegible] Gattung fehlt ihnen ein Paar Füße, [illegible] welche im Moose und im Sande [illegible] leben, können beim Austrocknen desselben [illegible] scheintodten Zustande verharren und [illegible] tritt von Wasser aufs neue wieder zu [illegible]

Ordnung der Asselspinnen (Pa[illegible]

Cephalothorax aus vier Ringen; Hinterleib verkümmert; vier Beinpaare.

Familie der Asselspinnen (Pycno[illegible] Körper besteht regelmäßig aus vier [illegible] deren jeder ein Paar Beine trägt [illegible] ander zu einer Kopfbrust verschmolzen [illegible] vorderm Rande vier kleine einfache [illegible] mittlern Höcker stehen. Diese Augen [illegible] bar auf dem Hirnknoten auf, von dem [illegible] Schlundring nach hinten geht, an [illegible] breite Nervenknoten ohne Verbindungsc[illegible] Vor der Kopfbrust steht eine meist [illegible] welche man als Kopf betrachtet hat, [illegible] Art steifen Schnabels ist, an dessen [illegible] Mundöffnung befindet. Der Hinterleib [illegible] aus einem kleinen knotenartigen Ko[illegible] After trägt. Die vier Fußpaare sind [illegible] geheuer lang, dünn, vielgliederig und [illegible] mit einer großen gebogenen Kralle [illegible] welcher oft noch kleine, krallenartige [illegible] Bei manchen Gattungen dieser merkw[illegible] kommen weiter durchaus keine Mu[illegible] als der erwähnte steife Schnabel, welcher [illegible] auf dem ersten Ringe der Kopfbrust [illegible] Gliedern gebildeter Kieferfühler sitzt, [illegible] eine wohlausgebildete Schere trägt. [illegible] chen ist auf dem ersten Kopfbrustringe [illegible] Füße befestigt, welche fünf bis zehn Gl[illegible] zum Tragen der Eier bestimmt sind. [illegible] dreikammeriges Herz, aber keine [illegible] organe. Die Geschlechtsorgane liegen [illegible] der Beinpaare. Am auffallendsten ist [illegible] apparat gebildet, indem die Blindsäcke, [illegible] ausschickt, ganz ungemein lang sind [illegible] die Klauenglieder vordringen. Die [illegible] aus dem Eie kommen, besitzen nur [illegible] zwei- oder dreigliederige Beine, die [illegible] besetzt sind, und einen vollkommen [illegible] sodaß sie also bedeutende Metamorph[illegible] müssen, deren Einzelheiten erst ganz [illegible] Zeit bekannt worden sind. Die [illegible] beinigen Larven schmarotzen in [illegible] Kaum in diesen Thieren angekommen [illegible] allmählich die beiden hintern Beinpaare [illegible] lange Endborste tragen, während [illegible] zu den Scherenfühlern sich ausbildet. [illegible] dann nach und nach die definitiven [illegible] vor und dann erst sind die Thiere [illegible] lassen das Wohnthier, um frei zu leben, [illegible] die kleinen Thierchen im Tang an [illegible] klammert (Asselspinne, Pycnogonum [illegible] Fig. 7).

ſſe der Krustenthiere. (Crustacea).
afel 29, Figur 8 bis Tafel 29, Figur 5.)

ıhlerpaare, meist zusammengesetzte
liedmaßen am geringelten Hinter-
asserathmung.

er der Krustenthiere hat eine mehr oder
ıdelförmige Gestalt, die sich indeß bei
deutend zusammenschiebt und mehr kugel-
förmig wird. Die Bewegungsorgane, die
bryonen und Larven niemals fehlen, bei
enen Thieren dagegen zuweilen in sonder-
verkümmert sind, stehen stets auf der
des Körpers in bestimmter Beziehung zu
, aus welchen derselbe zusammengesetzt ist,
an allen Abtheilungen des Körpers vor-
daß man Kopffüße, Brustfüße und Bauch-
eiden kann. Meistens zeigt sich der Kör-
diese drei Abtheilungen, in Kopf, Brust
rleib, getheilt, und jeder dieser Theile
eigenen Ringeln zusammengesetzt, die mehr
deutlich voneinander abgetrennt sind.
erscheinen Kopf und Brust in eine einzige
das Kopfbruststück (Cephalothorax) zu-
gt, sodaß dann der Körper, wie bei unserm
nur aus zwei Abtheilungen besteht, dem
ke, welches Sinnesorgane, Kauwerzeuge
sentlichsten Füße trägt, und einem hintern
Theile, den man uneigentlicherweise den
nnt, der aber, da er den Darm und die
des Bauchmarks enthält und eigenthüm-
mmfüße trägt, als Hinterleib bezeichnet
. Meist zeigt sich in allen den Fällen,
f deutlich vom der Brust getrennt ist, diese
e der Hinterleib deutlich aus einzelnen
mmengesetzt, die nur in seltenen Fällen
sind, aber stets aus zwei gleichen sym-
jälften bestehen.

die gegliederten Anhänge selbst be-
in der Unterfläche dieser Ringe eingelenkt
d diese der verschiedensten Art, und die
r einzelnen Anhänge eines Rings wechselt
als ihre äußere Form und Gestalt. Der
ng ist nur bei wenigen Krustenthieren frei,
ſsten mit den nachfolgenden verschmolzen;
enn überhaupt Anhänge an ihm entwickelt
ugen auf Stielen, welche beweglich sind
s zurückgezogen werden können. An dem
dritten Kopfringe sind die gegliederten
befestigt, die innern oder vordern
tennulae) sind meistens kleiner und meistens
einem kurzen Stiele ein oder zwei faden-
änge, welche man die Geiseln genannt hat.
n Fühler (antennae), welche sehr selten
te Geisel haben, sind gewöhnlich bei weitem
dienen dem Thiere vorzugsweise zum Be-
egender Gegenstände. Zuweilen sind diese
breiten Blättern umgestaltet, in andern
telt und dienen dann als Bewegungsorgane.
änge der folgenden Ringe sind meistens
gane des Mundes entwickelt, und da sie
Krebsen zugleich Bewegungsorgane sind
ich aus wahren Füßen sich umgestalten, so
ntweder alle, oder wenigstens die letzten
Kaufüße oder Kieferfüße bezeichnet.
ndsten erscheint diese doppelte Eigenschaft
ßen Schildkrebse der Molukken (Limulus),
estungsglied der Gangfüße eine knieförmige
egen den Mund hat und hier mit harten
pt ist, die zum Zermalmen der Beute dienen.

Gewöhnlich finden sich drei Paar Kieferfüße, von welchen das erste Paar fast ausnahmslos als Kauorgan dient, während die nachfolgenden, ebenso wie die Brust- und Bauchfüße, mannichfache Umwandlungen eingehen. Die Entwickelungsgeschichte lehrt, daß die wol allen Krustern ursprünglich zu Grunde liegende Larvenform, welche man Nauplius genannt hat, nur drei Gliedmaßenpaare besitzt, welche unter allen Umständen den drei vordern Paaren der ausgebildeten Thiere entsprechen; das erste Paar den innern, das zweite Paar den äußern Anteunen, das dritte dem ersten Kieferfußpaare (Mandibula), und daß alle nachfolgenden Anhänge der ausgebildeten Thiere sich erst durch spätere Sprossung auf den nach und nach hervortretenden Segmenten des Cephalothorax und Hinterleibes entwickeln. Auf die unter dem Cephalothorax angebrachten eigentlichen Gang- oder Schwimmfüße, deren sich bei den höhern Krebsen fünf Paar finden, die oft mit Scheren oder Klauen bewaffnet sind, folgen diejenigen Anhänge, die unter den Ringeln des Hinterleibes stehen und welche man mit dem Namen der falschen Füße oder der Bauchfüße bezeichnet. Die analogen Gebilde sind bei andern Krustenthieren hauptsächlich in blattartiger Form, besonders zur Deckung der Kiemen oder der Eier entwickelt, und auch bei den weiblichen Flußkrebsen dienen diese Anhänge zur Befestigung der Eiertrauben bis zum Austriechen der Jungen. Das letzte Paar von Anhängen endlich bildet bei dem Krebse die seitlichen Theile, welche mit dem blattartig erweiterten Schwanzstücke jenes mächtige Ruder zusammensetzen, welches für den Krebs das hauptsächlichste Schwimmorgan ist. Die Modificationen, welche diese einzelnen Anhänge bei den verschiedenen Ordnungen und Familien erleiden, können wir bei diesen erst genauer ins Auge fassen, da sie zu sehr ins Einzelne führen würden.

Die Bewegungen der Krustenthiere, zu deren Ausführung sie sich ihrer gegliederten Anhänge bedienen, sind äußerst mannichfaltig. Die meisten leben im Wasser und haben dann wie der Krebs Schwimm- und Gehörorgane zugleich. Bei den guten Schwimmern, die sich zugleich schnell fortbewegen, trägt der Hinterleib stets eine solche breite Flosse wie beim Krebse, und das Thier bewegt sich auf die Weise rückwärts fort, daß es den Hinterleib lebhaft unter die Brust krümmt und so das Wasser wiederholt mit dem breiten Schwanzruder schlägt. Bei andern Schwimmern sind die Füße geiselförmig und mit langen Kämmen von Borsten besetzt, die als mächtige Ruder dienen, während wieder bei andern die Schwimmfüße sich blattartig ausbreiten. Mit vieler Geschicklichkeit wissen sich die meisten Krustenthiere ihrer Gangfüße zu bedienen. Viele im Wasser lebende Arten haben nur solche Gangfüße zur Bewegung, mittels deren sie auf dem Grunde umherkriechen oder sich beim Nahen von Gefahren mit großer Schnelligkeit in Schlamm und Sand einwühlen. Bei manchen entwickeln sich die hintern Bauchfüße zu langen griffelartigen Borsten, die als schnellende Stützen beim Sprunge dienen, und einige Arten, welche den Meeresstrand oder das trockene Land bewohnen, können so schnell und mit so viel Ausdauer laufen, daß ein Mensch ihnen zu folgen kaum im Stande ist. Im Gegensatz hierzu sind bei andern die Füße zu Klammerorganen, Saugnäpfen u. s. w. umgewandelt oder Strudelorgane zur Herbeiführung eines Wasserstroms geworden, und bei den Schmarotzern verkümmern sie endlich gänzlich, ohne sogar zuweilen eine Spur zu hinterlassen.

Das Nervensystem der Krustenthiere zeigt sehr verschiedene Stufen der Ausbildung, besteht aber bei

allen aus einem knotigen Bauchmarke, welches durch einen Schlundring mit einer mehr oder minder verwickelten Gehirnmasse in Verbindung steht. Diese Gehirnmasse, welche hauptsächlich die Sinnesorgane, die am Kopfe liegen, Augen, Ohren und Fühler mit Nerven versieht, schwindet mit der Ausbildung dieser Sinnesorgane und wird endlich bei denjenigen Schmarotzern, die im erwachsenen Zustande gar keine Sinnesorgane besitzen, vollständig vermißt. Zahl und Größe der Bauchknoten richtet sich besonders nach der Unabhängigkeit der einzelnen Ringe, sowie nach der Entwickelung ihrer Anhänge. Bei den langgestreckten Krustenthieren zählt man mehrere und gleichmäßig ausgebildete Knoten des Bauchmarks, während bei den Gattungen mit mehr rundem Leibe, wie z. B. bei den Krabben, die Brustknoten in eine einzige Masse verschmolzen erscheinen und das Bauchmark gänzlich rudimentär wird. Bei starker Entwickelung der Anhänge sind auch die entsprechenden Knoten sowie die von ihnen abgehenden Nerven verhältnißmäßig stärker und kräftiger.

Die Augen der Krustenthiere fehlen zwar im erwachsenen Zustande einigen schmarotzenden oder sonst festsitzenden Familien, kommen aber im jugendlichen Zustande fast ausnahmslos vor. Einfache Augen finden sich meist nur im Jugendzustande, und bei dem Nauplius ist ein einziges, aus zwei Hälften zusammengesetztes Stirnauge Regel. Außer diesem einfachen Auge, das häufig wieder verschwindet oder rudimentär wird, finden sich, meist in der Zweizahl gehäufte oder zusammengesetzte Augen mit facettirter Hornhaut, welche in manchen Fällen innerhalb eines besondern Raumes, in den meisten dagegen auf besondern, zuweilen sehr langen Stielen beweglich sind. Hörorgane an der Basis der Fühler oder bestimmter Beinpaare, Geruchsorgane ebenfalls an der Fühlerbasis in Form eines Grübchens und krystallhelle Taststäbchen an verschiedenen Stellen des Körpers sind ebenfalls nachgewiesen.

Die Verdauungsorgane der Krustenthiere sind meist in hohem Grade entwickelt, und nur selten zeigen sich solche rudimentäre Formen, wie wir früher zu finden gewohnt waren. Die Mundwerkzeuge sind, wie schon aus der obigen Analyse der Anhänge des Krebses hervorgeht, äußerst mannichfaltig und hauptsächlich nach zwei Grundrichtungen hin ausgebildet. Die meisten Krustenthiere haben kauende Mundtheile; sie zerkleinern ihre Nahrung mittels harter Kiefer, welche von der Seite her gegeneinander wirken und wovon uns in dem Flußkrebse ein Beispiel gegeben war. Bei andern Krustenthieren aber wird durch theilweise Verkümmerung oder Verwachsung der kauenden Mundtheile ein Saugapparat hergestellt, der meist rüsselförmig verlängert ist und oft nebenbei eigene spitze Waffen trägt, womit die Thiere ihre Beute anbohren, um sie nachher aussaugen zu können. Die eigenthümlichen Modificationen, wodurch die kauenden Mundtheile allmählich zu saugenden degradirt werden, sind sehr mannichfaltig ausgeprägt und werden uns bei der genauern Betrachtung der Schmarotzerkrebse noch besonders beschäftigen.

Das Darmrohr selbst verläuft bei den meisten Krustenthieren in gerader Linie von dem Munde bis zu dem am Schwanzende befindlichen After, und bei vielen lassen sich sogar nicht einmal einzelne Abtheilungen unterscheiden. Nur selten zeigt der Darm schlingenförmige oder schraubenartige Biegungen, und nur bei einer einzigen Ordnung, bei den Rankenfüßern, endet er in ziemlich bedeutender Entfernung von dem Schwanzende. Bei den höhern Formen lassen sich meistens Schlund, Magen, Mitteldarm und Afterdarm unterscheiden. Der Magen ist sehr häufig auf seiner innern Fläche nicht nur mit hornigen Borsten und Haaren, sondern auch mit förmlichen [illegible] waffnet, welche durch besondere Muskeln [illegible] bewegt und zum Zerkleinern der Nahrung [illegible] können. Diese Hornbewaffnung des [illegible] sich als feiner, meist aus Haaren bestehende [illegible] durch den ganzen Verlauf des Darmes [illegible] wird auch bei der jährlichen Häutung [illegible] dann die abgestoßenen Stücke theils [illegible] theils aus dem After hervorgezogen [illegible]

Die meisten Krustenthiere besitzen [illegible] dagegen eine sehr deutliche Leber, welche [illegible] verästelter Blindschläuche, bald als sehr [illegible] semmassen auftreten, deren röthrige Farbe [illegible] erkennen läßt und deren Ausführungsgang [illegible] mittelbar hinter dem Magen in den Darm [illegible] den. Gewöhnlich sind diese Drüsenmassen [illegible] und füllen einen beträchtlichen Theil der [illegible]

Die Athemorgane sämmtlicher [illegible] auf Wasserathmung berechnet und demgemäß [illegible] men ausgebildet. Manchen niedern Crustaceen [illegible] indeß diese Kiemen durchaus und es [illegible] Athmung lediglich durch die äußere Haut [illegible] zu werden. Bei den meisten Krustenthieren [illegible] finden sich eigene Kiemen, die entweder [illegible] Körper, und zwar an der Basis der [illegible] angebracht sind, oder in besondern [illegible] dem Kopfbrustschilde liegen. Bei vielen [illegible] sind theils an den Bauchfüßen, theils [illegible] Körperanhängen besondere Fortsätze [illegible] in steter Bewegung erhalten werden und [illegible] Strudel erzeugen, der das Wasser an der [illegible] des Körpers und in der Umgebung [illegible] ständig wechselt. Die Kiemen selbst [illegible] baumartig verästelt, oder von einfachen [illegible] gesetzten Blättern gebildet, die von [illegible] füßen durchzogen werden. In der [illegible] zeigen sich diese Kiemen besonders bei [illegible] und den ihnen nahe stehenden Ordnungen [illegible] große Anzahl breiter Blätter entwickelt [illegible] der Unterfläche des Leibes übereinander [illegible] ständig auf- und zugeklappt werden. [illegible] hier noch eigene Deckel entwickelt, welche [illegible] äußerst zarter Haut überzogenen Kiemen [illegible] Unbilden schützen. Die wandungslosen [illegible] welchen das Blut strömt, ziehen sich [illegible] den hart aneinanderliegenden dünnen [illegible] Kiemenblättchen hin. Bei andern [illegible] namentlich bei den Maulfüßern, [illegible] artig verästelten, zarten, röhrigen Kiemen [illegible] Unterfläche des Bauchs, während sie [illegible] füßern, wie namentlich bei unserm Flußkrebse [illegible] den Seiten unter dem Kopfbrustschilde [illegible] Höhlen verborgen sind. Diese Kiemenhöhlen [illegible] durch eigene Scheidewände von der Eingeweidehöhle [illegible] trennt, von dem Kopfbrustschilde überdeckt [illegible] zwei Zugänge, einen spaltförmigen [illegible] Rande des Kopfbrustschildes, durch welchen [illegible] eindringt, und einen vordern Halbkanal [illegible] Seite des Mundes öffnet und zum [illegible] Wassers bestimmt ist. In diesem Halbkanal [illegible] Taster des hintern Kaufußes wie ein [illegible] wie ein Pumpenstengel hin und her, [illegible] die stete Erneuerung des Wassers. [illegible] Krustenthieren, welche auf dem Land [illegible] die spaltförmigen Zugänge der Kiemenhöhle [illegible] abgeschlossen werden, und da außerdem [illegible] Thieren die innere Fläche der Wandung [illegible] höhle netzartig oder schwammig entwickelt [illegible] sie das zur Befeuchtung der Kiemen [illegible] lange Zeit auch auf dem trockenen [illegible]

en Landasseln finden sich außer den Kiemen re Höhlen, welche offenbar zur Luftathmung die wir bei den Familien selbst genauer erden.

it der Krustenthiere ist meistens farblos zröthlich oder violett gefärbt; die Blut- welche stets farblos sind, erscheinen als ıube, feinkörnige Körperchen, die oft einen ben Kern zeigen. Der Kreislauf selbst elmäßig, aber insofern unvollständig, als führende Gefäße gänzlich fehlen und die it sich durch die Zwischenräume der Organe zum Herzen zurückbahnen muß. Ein Herz es liegt stets in der Mitte des Rückens, elbar unter der Schale, und hat bei den Cal- länger gestrecktem Körper oft eine Schlauch- r die in wandungslosen Räumen herzu- Blutmasse in seine hintere Oeffnung auf- urch die vordere wieder austreibt. Meistens hier in der Nähe des Herzens größere , in welchen das Blut sich sammelt, um em nächsten Herzschlage in den Schlauch ten. Bei den höhern Typen findet sich erzen ausgehende Arteriensystem, oder das rgane speisende Gefäßsystem mehr oder Wandungen ausgestattet.

Ausnahme der Rankenfüßer, welche Zwitter en bei allen übrigen Krustenthieren männ- eibliche Individuen vor, die in den meisten nicht nur durch die Form der äußern Ge- peile, sondern auch durch die Körpergestalt n. Fast allgemein sind die Weibchen weit die Männchen, und diese Verkümmerung t, daß bei einigen Schmarotzerkrebsen das welches unendlich viel kleiner ist, eine ab- Gestalt hat und stets an dem Weibchen an- hängt, für einen Schmarotzer des Weib- ten werden könnte. Bei einigen niedern er Krustenthiere sind übrigens männliche sehr selten, oder auch an einzelnen Orten ten Arten noch nicht beobachtet. Unzweifel- bei vielen während längerer Zeit oder ıdig Fortpflanzung ohne Befruchtung statt.

nnlichen innern Geschlechtsorgane möglichen Zwischenformen von der Gestalt chen, blind geendeten Schlauchs an bis zu ichen Hodendrüse, die aus einem Knäuel ilchen zusammengesetzt ist und zuletzt in zwei ıgsgänge übergeht, die sich nach außen öffnen. zwei zu beiden Seiten der Mittellinie lie- n vorhanden, die aber oft auch miteinander ı und so nur einen einzigen Drüsenkörper Die männlichen Geschlechtsöffnungen fin- ts an dem Bauche, oft nur als zwei feine hlitze, während bei den höhern Krebsen luthen vorhanden sind, deren Einbringung ilichen Geschlechtsöffnungen oft noch durch Anhänge unterstützt wird, die von den ersten r falschen Füße gebildet werden. Außer Sorganen der Begattung finden sich häufig Männchen noch eigenthümliche Umgestaltungen Körperanhänge, besonders der Fühler und der urch dieselben geschickt werden, die Weibchen nern und festzuhalten. Die Samenmasse der re unterscheidet sich meist wesentlich von der- jenigen aller andern Thiere, indem statt beweglicher, fadenartiger oder keulenförmiger Samenelemente, rundliche, starre, unbewegliche Körper sich vorfinden, die zellenartig sind und meistens in starre Strahlen aus- laufen, welche ebenfalls keine Beweglichkeit zeigen.

Die weiblichen Geschlechtstheile erscheinen im wesentlichen in ähnlicher Form wie die männlichen, sodaß oft nur durch den Inhalt die Natur der innern Ge- schlechtstheile erschlossen werden kann. Bei vielen Krustenthieren hängen die Eileiter mit aus Blinddärmen gebildeten Kittorganen zusammen, welche die Eier beim Heraustreten miteinander verkleben; bei andern ver- einigen sich die Eileiter jederseits in ein birnförmiges Säckchen, welches wahrscheinlich zur Aufnahme des bei der Begattung ergossenen Samens bestimmt ist, also die Bedeutung einer Samentasche hat. Die Geschlechts- öffnungen sind fast stets doppelt, eine auf jeder Seite, und finden sich meist an der Wurzel des Hinterleibes, an dem letzten Fußpaare der Brust, oder noch unter dem Kopfbrustschilde selbst. Die Fußpaare, welche sich unter dem Hinterleibe befinden, sind fast bei allen weiblichen Krustenthieren in eigenthümlicher Weise zur Aufnahme der gelegten Eier bestimmt, die mittels eines klebrigen Stoffs an die Blätter oder Borsten- haare dieser Füße in Gestalt von Trauben oder Haufen befestigt werden. Meist sind in diesen Fällen die vor- dern Afterfüße breit und blattartig, sodaß sie förm- liche Deckel über diese unter dem Schwanze geborge- nen Eierhaufen bilden. In den niedern Reihen der Krustenthiere werden auch häufig die Eier von den Weibchen bis zur vollständigen Entwickelung der Larven in mehr oder minder langen, durchsichtigen Schläuchen getragen, die zu beiden Seiten am Leibe befestigt sind.

Die meisten Kruster durchlaufen höchst eigenthümliche Larvenzustände, welche sogar in mehrfachen Formen bei vielen aufeinanderfolgen und so sehr von den erwachsenen Thieren verschieden sind, daß man sie unter besondern Gattungsnamen (Nauplius, Zoëa, Phyllo- soma u. s. w.) verschiedenen Familien und Ordnungen zutheilte. Die häufigste Grundform, welche bisjetzt bei einzelnen Typen fast aller größern Abtheilungen, mit Ausnahme der Sitzaugen (Edriophthalma), nach- gewiesen wurde, ist ein Thierchen mit drei Fußpaaren, einem unpaaren Stirnauge, bauchständigem, hinter einer großen Oberlippe verborgenem Munde, geradem Darmkanal, endständigem After und ungegliedertem Körper, das mit dem Namen Nauplius belegt wurde. Bei fast allen Entomostraceen und manchen Podoph- thalmen erscheint diese Grundform als freilebendes Thier, bei den meisten Stielaugen spielt sich die entsprechende Entwickelungsphase im Ei ab. Die spätern Formen bilden sich durch successive Häutungen aus und durch rückschreitende Metamorphose; besonders bei Schmarotzern und festsitzenden Thieren verschwin- den oft die ursprünglichen Glieder des Nauplius, das Auge u. s. w. gänzlich, wie denn überhaupt bei keiner Klasse die Rückbildungen eine so wesentliche Rolle spielen, als bei den Krustern.

Ordnung der Sitzaugen (Edriophthalma).

Kein ausgebildeter Cephalothorax; zusammengesetzte sitzende Augen.

Unterordnung der Asseln (Isopoda).

Körper breitgedrückt; Kopf nur mit dem ersten Brustringe verschmolzen oder frei, blätterige Kiemen am Bauche.

Der Körper der Asseln ist gewöhnlich platt, von oben nach unten zusammengedrückt, bald mehr läng-

lich, bald eiförmig, oder selbst der Kreisform sich nähernd; ihr Kopf ist klein, aber stets deutlich von dem ersten Brustringe getrennt; die gewöhnlich gehäuften, seltener zusammengesetzten Augen rund, zuweilen von bedeutender Größe; die Fühler von mäßiger Länge, gewöhnlich quer nach außen gestellt, die vordern zuweilen rudimentär; die Mundwerkzeuge sind wohlausgebildet, die Kiefer stark, gezähnelt, die Kaufüße sehr groß, aber von wechselnder Form; die Brust besteht aus sieben Ringen, deren Seitenränder meist blattartig vorragen; jeder Brustring trägt ein Paar Füße, die fast immer von gleicher Form sind und am Ende eine scharfe Klaue, niemals eine Schere haben; an ihrer Basis tragen diese Füße bei den Weibchen eine breite Platte zur Aufbewahrung der Eier, niemals aber solche Kiemenblätter, wie bei den folgenden Ordnungen. Der Hinterleib ist wohl ausgebildet, ursprünglich aus sechs Ringen zusammengesetzt, die aber zuweilen miteinander verschmolzen sind. Die Bauchfüße tragen jeder zwei große, häutige, eiförmige Blätter, deren inneres Blatt sehr zart ist und als Kiemenblatt fungirt; das sechste Bauchfußpaar dagegen weicht von den vorhergehenden in seiner Bildung ab und zeigt sich gewöhnlich in Gestalt eines deckelartigen Flügels, der sich über die andern Flügeldecken hinüberklappen kann; zuweilen auch bilden diese letzten Bauchfüße eine Art stielförmigen Schwanzes oder eine Flosse.

Das Nervensystem der Asseln besteht aus einem ziemlich großen Hirnknoten, aus sieben gewöhnlich gleichmäßig großen Brustknoten, die durch Längsfaden miteinander verbunden sind und auf die zuweilen noch mehrere kleine Hirnknötchen folgen. Der Magen ist innen mit gezähnten Hornleisten besetzt und das Herz erstreckt sich über die ganze Länge des Rückens. Die oben beschriebenen Kiemenblätter erleiden bei den Landasseln bemerkenswerthe Modificationen, die wir bei dieser Familie betrachten werden. Eierstöcke und Hoden gleichen sich in ihrer Gestalt und bilden seitliche Blindschläuche, die sich bei den Weibchen an der Basis des fünften Fußpaares, bei den Männchen auf dem letzten Brustringel, entweder auf doppelten, warzenartigen Ruthen, oder in einer einzigen kurzen Ruthe öffnen, welche durch zwei lange Stiele, die von dem zweiten Fußpaare ausgehen, noch unterstützt wird. Die Asseln durchlaufen keine eigentliche Metamorphose; doch haben die meisten Jungen beim Ausschlüpfen aus dem Ei weniger Körperringe und Beinpaare. Es läßt sich bei ihnen eine förmliche Reihe von hochentwickelten Landthieren bis zu asymmetrischen, rückgebildeten Schmarotzern verfolgen.

Wir erwähnen hier die Familie der Landasseln (Oniscida) (Landassel, Oniscus murarius, Taf. 28, Fig. 23). Die meisten dieser Thiere leben auf dem Lande an feuchten, schattigen Orten, unter Steinen, im Moose, in Mauerritzen und Gewölben, und sind zu diesem Zwecke mit eigenen Organen zur Luftathmung versehen; die Kiemenblättchen der hintern Bauchfüße sind nämlich sehr rudimentär, die der vordern dagegen bedeutend entwickelt und an ihrer Basis mit einer engen Spalte versehen, welche in eine gefäßartig verzweigte Höhle führt, die zwischen den Lamellen der Platten sich hinzieht und stets mit fein zertheilter Luft gefüllt ist, die sich leicht hervorpressen läßt. Offenbar stellen diese Blätter den ersten Anfang zur Ausbildung solcher luftathmender Organe dar, wie wir sie früher namentlich bei den Spinnen in einem weit höhern Grade der Ausbildung gefunden haben.

Ferner die Wasserasseln (Asellida) mit stielförmigen Anhängen am Hinterleibe; die abgebildete Art, in einem Theile der Abdrücke fälschlich [illegible] lebt im Nordmeere. (Kroyer's Wa[illegible] Kroyeri, Taf. 28, Fig. 22.)

Die Kugelasseln (Sphaeromida) [illegible] Sphaeroma serratum, Fig. 24) mit [illegible] flosse und hintern Gehfüßen; die [illegible] Nordmeeres kann sich zusammenkugeln; [illegible] (Cymothoida) (Fischlaus, Cymothoa [illegible] 25), mit ähnlicher Schwimmflosse, aber [illegible] füßen, mit welchen sie sich an Fische [illegible] Garneelasseln (Bopyrida) (Garne[illegible] thoracica, Fig. 26), deren Weibchen [illegible] Garneelen schmarotzen und gänzlich [illegible] werden, während die Männchen, wie [illegible] den Asselntypus bewahren.

Unterordnung der Kel[illegible] (Laemodipoda).

Hinterleib mit seinen Anhä[illegible] mert.

Der Kopf dieser Thiere ist [illegible] gedrückt und noch mit dem ersten [illegible] wachsen, sodaß er das erste Fußpaar [illegible] stets vier Fühler vorhanden, die immer [illegible] oder borstenförmige Gestalt haben. [illegible] zeuge bestehen aus einer fast kreisf[illegible] fachen, stark gezähnelten Kiefern, zwei [illegible] Kinnladen und einem Paar großer [illegible] lange Tastergeifeln tragen. Die Norm[illegible] ist sieben, zuweilen aber sind statt des [illegible] vierten Fußpaares eigenthümliche [illegible] welche die Athemwerkzeuge vervollständ[illegible] auch an dem zweiten Ringe vorkommen. [illegible] Füße sind gewöhnlich mit scharfen, [illegible] schlagbaren Haken, niemals mit Scheren.

Zu dieser wenig zahlreichen Unter[illegible] die Familie der Walfischläuse (Cra[illegible] tem Körper, und die der Gespenstkre[illegible] (Gespenstkrebs, Caprella linearis, [illegible] mit stabförmigen, langen Fühlern und [illegible] klappenförmigen Bruttaschen am Unter[illegible] chens. Die trägen Thierchen klettern [illegible] Meeresküsten umher.

Unterordnung der Flohkr[illegible] (Amphipoda).

Körperseitlich zusammengedrü[illegible] leib stark entwickelt, an [illegible] Glieder und theilweise Springe[illegible] gend.

Der Kopf ist vollkommen von dem [illegible] getrennt, nicht, wie bei der vorigen Ord[illegible] mit demselben verschmolzen, und trägt [illegible] bedeutende, gehäufte Augen, denen [illegible] gemeinschaftliche Hornhaut abzugeben [illegible] in andern Fällen unter der glatten [illegible] zweite facettirte sich findet. Gewöhn[illegible] Fühler vorhanden, die auf den Seiten [illegible] untereinander stehen und oft eine [illegible] Länge erreichen. Die Mundwerkzeuge [illegible] einer Oberlippe, einem Paar gezähnter [illegible] einen Taster tragen, zwei Paar Kinnladen [illegible] Paar Kaufüße, die in der Mitte zu einer [illegible] lippe verwachsen. Die Brust ist stets [illegible] sieben Ringe getheilt, die sich auf der [illegible] krümmen und hier eigene Deckel[illegible] Basis der Füße bilden, die gewöhnlich [illegible] und meist an ihrem Grunde eine große [illegible]

en. Die Weibchen zeigen oft an der Basis e eigene cylindrische Anhänge, welche dazu ind, die Eier festzuhalten, die sie unter dem ıgen. Der Hinterleib ist sehr entwickelt und vielfachen Anhängen versehen; die drei ersten Bauchfüße gestalten sich zu Schwimmorgaragen lange, hornige, stark behaarte Ende hintern Paare sind gänzlich an das Ende gerückt, und bald blätterig, sodaß sie eine osse bilden, bald auch in Form langer, r Griffel ausgezogen, auf die sich die Thiere eschlagenem Bauche stützen und die ihnen maßen als Springstangen dienen.

ilie der Flohkrebse (Gammarida) kommt süßen Wasser, als besonders häufig im dem Strande vor; wo sie zu Tausenden in umherhüpfen oder mit ihren langen Fühlern um aufklopfen, um die darin verborgenen ıfzusuchen. Der Kopf dieser Thierchen ist als in der vorigen Familie, zugerundet ei Paaren gewaltig großer Fühler besetzt, nander stehen. Die Kaufüße sind sehr groß, pe bedeutend entwickelt und an ihrer Seite geiselförmige Taster angebracht. Die Brust eben Ringe, und die zwei vordern Fußpaare nlich am stärksten und zum Greifen der zum Aufwühlen des Bodens geeignet; die der Rückenschilde steigen gewöhnlich sehr und bilden so eine Art tiefer Rinne, in die Füße fast nur von hinten nach vorn nnen. Bei den einen, zu welchen unser süßen Gewässern gewöhnlicher Flohkrebs pulex, Taf. 28, Fig. 19) und der (irrthüm n Theile der Exemplare des Atlas Quallen te) Küstenfloh (Talitrus saltator, Fig. 20) der Hinterleib stark gebogen; bei den im lenden Gattungen nicht. Die Familie der löhe (Hyperida), deren Arten in Quallen Seethieren leben, unterscheidet sich durch uere Entwickelung des großen Kopfes und

der Stielaugen (Podophthalma).

elter Cephalothorax; zusammen- ugen auf beweglichen Stielen.

ser besteht aus zwei wohlgetrennten, in n Gestalt wie durch ihre Anhänge ge lbtheilungen, die sich auf der Rückenseite enntlich machen; nämlich aus einer Kopf e die Sinneswerkzeuge, den Mund und die enden gegliederten Anhänge, sowie die um Gehen und Greifen bestimmten Füße einem Hinterleibe, welcher stets aus einer r geringern Anzahl von Ringeln zusammen- Ein Hauptkennzeichen der ganzen Ordnung , daß die Augen, welche stets zusammen- t facettirten Hornhäuten versehene Augen sondern beweglichen Stielen sitzen, die zu bedeutende Länge erreichen und gewöhnlich ruben zurückgezogen werden können. Die tzeuge sind immer zum Kauen eingerichtet ner Oberlippe, einem Paar Kiefern und ıren von Kinnnladen zusammengesetzt; meist ıch noch einige besondere Paare von Kau ıß das Ganze eine höchst verwickelte Zu ung verschiedener gegliederter Organe zeigt, zum Kauen, bald zum Bürsten, Betasten n der Nahrungsmittel bestimmt sind. Die eigentlichen Füße sind fast immer in der Zahl von fünf Paaren vorhanden, was ebenso wie das Fehlen einer Unterlippe ein leichtes Kennzeichen zur Unterscheidung von der folgenden Unterklasse abgibt. Die Füße sind meistens cylindrisch und entweder zum Gehen, Schwimmen oder Greifen eingerichtet, wonach namentlich ihre Endglieder sehr verschiedene Formen zeigen.

Eine fernere wesentliche Auszeichnung der stielaugigen Krustenthiere wird durch den Bau der Athemorgane gegeben. Während in allen übrigen Ordnungen entweder die Füße selbst oder ein Theil derselben zu meist blätterigen Anhängen umgewandelt sind, welche der Athmung vorstehen, findet man hier eigene Athemorgane, Kiemen, von gefiedertem oder blätterigem Baue, die gewöhnlich in einer eigenen Höhle unter dem Kopfbrustschilde geborgen sind, zuweilen aber auch frei an der Unterfläche des Körpers, an den Bauchfüßen angeheftet getragen werden.

Unterordnung der Zehnfüßer (Decapoda).

Zehn Brustfüße; Cephalothorax ungegliedert; die blätterigen Kiemen von der Wurzel der Brustfüße und der beiden letzten Kaufüße entspringend und in einer seitlichen Höhle des Brustschildes verborgen.

Gruppe der Taschenkrebse oder Krabben (Brachyura).

Von oben gesehen bietet der Körper dieser Thiere nur eine einzige, bald mehr runde, bald nach vorn zugespitzte Masse dar, welche von dem Kopfbrustschilde durchaus bedeckt wird; dieses ist meist ebenso breit oder noch breiter als lang, nach vorn zuweilen schnabelförmig ausgezogen, meist aber abgestutzt oder in Bogen gerundet und häufig durch Furchen, die aber niemals durchgehen, in verschiedene Felder getheilt. An dem vordern Stirnrande geht dieses Schild über den Augenring hinaus und verbindet sich nach unten mit einer Fortsetzung des zweiten Ringes, sodaß der Augenring ganz innerhalb des Schildes liegt und die auf beweglichen Stielen stehenden Augen gänzlich in die Höhlungen unter der Stirn zurückgeschlagen werden können. Die innern Fühler sind stets sehr kurz und stehen zwischen den Augen an der Mittellinie in der Weise angebracht, daß sie gänzlich in Quergruben des Stirnrandes zurückgelegt werden können. Die äußern Fühler sind ebenfalls kurz, aber nicht zurückziehbar. Das Brustschild biegt sich von allen Seiten nach unten um, und läßt auf der untern Fläche nur einen geringen leeren Raum, den Mundrahmen, in welchem die Kauwerkzeuge angebracht sind und in dessen vordern Ecken sich die ausführenden Kanäle der Kiemenhöhlen öffnen; nach hinten zu schlägt sich das Rückenschild auf der Seite so ein, daß es die ganze Kiemenhöhle deckt und nur einen schmalen Schlitz zum Eintritt des Wassers in die Kiemenhöhle läßt. Betrachtet man eine Krabbe von unten, so sieht man vorn in dem Mundrahmen des umgeschlagenen Kopfbrustschildes die Kauwerkzeuge, und weiter nach hinten ein breites, bald eiförmiges, bald mehr rundes Schild, das Brustbein oder Bauchschild, an dessen äußern Rändern die Beine eingelenkt sind, während in der Mitte in einer vertieften Rinne der untergeschlagene, rudimentäre Hinterleib eingelagert ist. Bei den Weibchen ist derselbe meist weit breiter als bei den Männchen und trägt mittels langer, dünner, stabförmiger Anhänge am zweiten bis fünften Ringe die Eier, welche unter dem Bauche festgehalten sind. Schlägt man den Hinterleib zurück, so sieht man bei

dem Männchen an seinem Grunde die röhrenförmigen Ruthen, während bei dem Weibchen die Oeffnungen der Eileiter etwa der Mitte des Hinterleibes gegenüber in der Rinne desselben auf dem Bauchschilde angebracht sind. Die Kauwerkzeuge, welche in dem Mundrahmen des umgeschlagenen Brustschildes stehen, sind förmlich aufeinander gebäuft, sodaß ein hinteres Paar von Anhängen stets das vorhergehende verbirgt und das dritte und letzte Kaufußpaar mit seinen verbreiterten Gliedern die ganzen Kauwerkzeuge wie mit zwei Flügelthüren deckt. Es bestehen übrigens diese Werkzeuge aus drei Paar Kaufüßen von meist sehr complicirter Gestalt, zwei Paar Kinnladen und einem Paar Kiefern. Alle Krabben haben fünf einfache, an den Rändern des Bauchschildes eingelenkte Fußpaare, die stets alle wohl ausgebildet sind und von denen das erste immer eine Schere trägt, während die andern vier Paare gewöhnlich nur mit einer Klaue oder mit Schwimmplatten enden. Viele Krabben sind geschickte Schwimmer, die andern aber gute Läufer, die indeß dadurch überraschen, daß sie fast niemals vorwärts, sondern stets von der Seite laufen, was einen ziemlich komischen Anblick gewährt.

Die Eier werden von den weiblichen Krabben unter dem Bauche getragen, und die Embryonen schlüpfen in Gestalt großäugiger Krebschen aus, welche in der Gestalt viele Aehnlichkeit mit den langschwänzigen Krebsen zeigen, ein längliches Rückenschild und einen bedeutenden Hinterleib besitzen, mit dem sie sehr lebhaft herumschwimmen. Bei der ersten Häutung erhalten diese Thierchen mitten auf dem gewölbten Rückenschilde einen unverhältnißmäßig langen, hornartig gekrümmten Stachel, während zugleich der vordere Schnabel des Schildes einen zweiten, nach unten gekrümmten Stachel bildet, der dem Rückenstachel an Länge nichts nachgibt. Die Augen sind ungeheuer groß und stehen auf beweglichen Stielen; die Anhänge der Füße wechseln sehr in Gestalt und Form, da alle diese Thierchen gewöhnlich verschiedenen Entwickelungszuständen angehören, die man früher unter dem Gattungsnamen Zoea zusammenfaßte. Der Hinterleib dieser Larven ist sehr entwickelt und am Ende mit bedeutenden Flossenborsten versehen. Nach wiederholten Häutungen erlangen diese Larven eine weitere Form, welche man ebenfalls als besondere Gattung unter dem Namen Megalops beschrieben hat. In dieser Gestalt haben die Thiere die beiden gekrümmten Hornstacheln verloren; die beiden Fühlerpaare sind deutlich, das Rückenschild hat eine länglich leierförmige Gestalt, die fünf Fußpaare sind vollständig da, das vorderste mit Scheren bewaffnet, nur der Hinterleib ist noch sehr lang und mit falschen Füßen besetzt, welche Flossenborsten tragen; diese brauchen nur verloren zu gehen und der rudimentäre Hinterleib unter das schon bedeutend breite Bauchschild untergeschlagen zu werden, so ist die junge Krabbe auch in der Gestalt ihren Aeltern ähnlich.

In der außerordentlich zahlreichen Familie der Krabben (Cancerida), die sich durch ein viereckiges, vorn quer abgestutztes Maul unterscheidet, hat man, nach der Form des Panzers, viele Formen unterschieden, als deren äußerste Grenzen wir eine Landkrabbe (Gecarcinus rusticola, Taf. 28, Fig. 8) mit vorn breitem Kopfschild, und eine Dreieckkrabbe (Spinnenkrabbe, Maja squinado, Fig. 10) abbilden. Erstere lebt auf den Antillen auf dem Lande in Erdlöchern, oft stundenweit von der Küste, nach welcher hin sie zur Fortpflanzung in großen Scharen bei Nacht wandert; eine besondere Einrichtung schützt die Kiemen vor dem Vertrocknen; letztere ist häufig im Mittelmeer, ebenso wie die Wollkrabbe (Dromia vulgaris, Fig. 11), welche in Verkümmerung des auf den Rücken [illegible] Beinpaares auszeichnet. Auf dem [illegible] Schwämme oder Seeschneiden, die es [illegible] lich erscheinen lassen. Zu der Familie [illegible] mäuler (Oxystomata) mit dreieckigem [illegible] deren verlängerte Spitze nach vorn gerichtet [illegible] die sonderbare, im Indischen Ocean [illegible] trabbe (Ranina dentata, Fig. 9).

Gruppe der Halbschwänzer (A[illegible]

Die Gruppe wird von einigen Forschern [illegible] die eine förmliche Stufenfolge von [illegible] den langschwänzigen Krebsen zu den [illegible] Krabben bieten, und stets die Eb[illegible] wie der andern dieser Ordnung so [illegible] einigen, daß die Thiere keiner von beiden [illegible] zugezählt werden können. Die allgemeine [illegible] erinnert bei den einen an die Krebse, [illegible] den andern derjenigen der Krabben so [illegible] eine genauere Untersuchung beide scheiden [illegible] Kopfbrustschild ist stets sehr ansehnlich [illegible] ter als der Hinterleib, welcher niemals, [illegible] Krebsen, durch eine breite, fächerförmige [illegible] waltige Muskulatur das hauptsächlichste [illegible] abgibt, sondern entweder wie bei den Krabben [illegible] Leib gebogen und rudimentär, oder [illegible] von weicher Beschaffenheit ist. Die [illegible] sind groß und gewöhnlich frei, wie bei [illegible] nur bei einer Familie können sie in [illegible] des Stirnrandes zurückgeschlagen werden [illegible] allgemein bei den Krabben der Fall ist. [illegible] der Brust wechselt ungemein; gewöhnlich [illegible] Ring nicht mit den vorigen verwachsen, [illegible] eingelenkt, und das Brustschild bald [illegible] aber niemals mit einer mittlern Naht [illegible] entwickelten innern senkrechten Platte [illegible] drei ersten Fußpaare sind stets vollkommen [illegible] und das erste häufig mit einer großen [illegible] sehen, während das fünfte immer und [illegible] wöhnlich rudimentär ist und dann als [illegible] flüssiger Anhang auf dem Rücken getragen [illegible] Anklammern in den Wohnungen dienen [illegible] in seiner Form so sehr wechselnde [illegible] niemals falsche Füße, wie bei der [illegible] sondern höchstens an seinem vorletzten [illegible] unbedeutender Anhänge von verschiedener [illegible] lich findet man ein unterscheidendes [illegible] den Krabben darin, daß sich die Glieder [illegible] selben Weise wie bei den Krebsen [illegible] glieder des dritten Fußpaares und [illegible] Brustschilde nach außen öffnen.

Den langschwänzigen Krebsen steht [illegible] Familie der Bernhardinerkrebse [illegible] Kopfbrust die gestreckte Form der Krebse [illegible] der Bauch vollkommen weich ist und [illegible] Hinterende trägt. Die Kopfbrust ist [illegible] eine quere Furche in eine hintere [illegible] theilung zerlegt; die vordersten Füße [illegible] wöhnlich ungleich und mit einer Schere [illegible] beiden folgenden nur mit einer Klaue [illegible] sonst wohl entwickelt und zum Gehen [illegible] vierte und fünfte Paar rudimentär [illegible] zwei schwachen Fingern geendet, [illegible] Stemmen und Festhalten. Der [illegible] weich, beim Männchen auf der [illegible] lich mit Haltorganen versehen. [illegible] Hinterleibes befinden sich zwei [illegible] Paar Anhänge tragen, welche [illegible] wickelt sind. Die meisten Thiere [illegible]

veichen Hinterleibe in leere Schneckenschalen, hner sie wahrscheinlich vorher auffressen, rn sich mit ihren hintern Füßen und mit en des Leibes in den Schalen fest, die sie it sich herumschleppen. Eine gewaltig große krebs, Birgus latro, Taf. 28, Fig. 12) lebt sten der Inseln Südasiens in Erdlöchern, ts auf die Kokosbäume und kneipt mit a Scheren die Nüsse auf.

ähnen außerdem noch die Familie der se (Hippida) mit länglichem, sehr gewölbtem , hartschaligem, untergebogenem Hinter- ligen Endanhängen. Die abgebildete Art, eds (Albunea symnista, Fig. 13), lebt im Ocean im Sande vergraben.

ilie der Porzellankrebse (Porcellanida) Scheren und rudimentäres letztes Fußpaar. bete Art (Galathea strigosa, Fig. 14), Mittelmeere, einem langschwänzigen Krebse in ehr ähnlich.

: der Langschwänzer (Macrura).

edte Thiere mit kräftig entwickeltem Hinter- Brustschild meist viel länger als breit ist tlich kaum über die Basis der Füße hinaus Gewöhnlich läuft dieses Schild, dessen seit- sich über die Kiemen hinab nach unten h vorn in eine zwischen den Augen stehende rum) aus, während es nach hinten aus- t und mit dem ersten Hinterleibsringe sich uf der untern Fläche findet man zwischen nur eine dünne, schmale Leiste als Brust- ach innen vielfache Vorsprünge zeigt und sowie deren Muskeln zum Ansatzpunkte Fühler sind gewöhnlich sehr entwickelt und auf derselben Linie; die innern sind stets , oft getheilt und können niemals in eine dgelegt werden, die äußern wechseln viel- r Gestalt, tragen aber gewöhnlich an ihrer horizontale Platte. Die Mundwerkzeuge, r vertieften Grube liegen, sind sehr com- bestehen aus einer Oberlippe, einem Paare ches gewöhnlich einen Taster trägt, zwei aden und drei Paar Kaufüßen, von welchen lätterig ist und die alle drei sowol einen auch gewöhnlich noch außerdem einen en Anhang tragen, welcher in dem Aus- uge der Kiemenhöhle verborgen liegt und seine Bewegung das Ausströmen des Was- t und befördert. Auf diese Kaufüße folgen tar eigentlicher Füße, die gewöhnlich einfach Gehen eingerichtet sind und deren erstes eus eine Schere trägt, während die übrigen en Klauen bewaffnet sind. Die relative dieser Füße wechselt sehr, und es ist un- e bestimmte Regel aufzustellen, wonach diese nen sich ausbilden. Der Hinterleib ist g entwickelt, meist nach unten gebogen und Ringen zusammengesetzt, von welchen die n bald blattförmige, bald cylindrische After- t, während der sechste Ring zur Seite ein er trägt, die sich an die Endflosse des letzten ilehnen und mit dieser eine fächerförmige osse bilden, die das wesentlichste Bewegungs- Die Krebse schlagen den Hinterleib heftig ein und bewegen sich mit großer Schnellig- rts durch das Wasser. Die meisten in der en Krebse zeigen sehr auffallende Metamor- ährend unsere Flußkrebse in einer der de- hnlichen Gestalt aus dem Ei schlüpfen.

Die Familie der Panzerkrebse (Loricata) wird von meist großen, breiten, sehr hartschaligen Krebsen mit kurzem, plattem Hinterleibe und glattem Kopfbrustschilde, das nach hinten besonders sehr breit ist, gebildet. Die innern Fühler sind kurz, gewöhnlich am Ende zweifiederig, die äußern bald sehr lang und borstenförmig, bald in eine breite, krustenartige Platte verwandelt. Die Bildung der Füße wechselt, doch hat das erste Paar nur selten eine Schere, und die andern niemals; das fünfte Paar ist oft rudimentär; die Schwanzflosse ist breit, aus fünf Lappen gebildet, von denen die äußern stets, der mittlere häufig fast in seinem ganzen Umfange häutig ist. Die meist großen und schweren Thiere leben an den Küsten in ziemlicher Tiefe und sind, wie die Languste (Palinurus vulgaris, Taf. 28, Fig. 15), ein bedeutender Handelsartikel. Höchst merkwürdig ist die Metamorphose der Langusten. Ihre Larven, früher unter dem Namen Phyllosoma bekannt und den Spaltfüßern (Schizopoda) beigezählt, bestehen aus außerordentlich flachen Krebsthieren mit dünner, durchsichtiger Schale, deren Körper so sehr abgeplattet ist, daß kaum ein Raum für die Eingeweide zwischen der obern und untern Schalenhälfte übrigbleibt. Das Kopfbrustschild ist gewöhnlich breit oder länglich und hängt nur in der Mitte an den Brustringen an, während es sonst nach allen Seiten frei ist und von unten her mit einem zweiten zusammenhängenden Schilde bekleidet erscheint, sodaß man diese Thiere auch die doppeltgepanzerten (Bipeltata) genannt hat. Die Augen sind groß, auf dünnen Stielen getragen, die innern Fühler am Ende gespalten, die äußern bald borstig, bald blattartig. Der Mund liegt weit hinter den Fühlern zurück, und hinter ihm beginnt das Brustschild, an dessen Rande die sieben oder acht Paar Füße sehr weit von der Mittellinie eingelenkt sind. Das erste Fußpaar ist gewöhnlich verkümmert, die andern lang, dünn, gespalten, zum Schwimmen eingerichtet. Die Kaufüße und die falschen Füße des Hinterleibes sind rudimentär, der Hinterleib wenig entwickelt, aber mit einer fünfblätterigen Schwimmflosse versehen.

Die Hummerkrebse (Astacida) (Flußkrebs, Astacus fluviatilis, Taf. 28, Fig. 16) begreifen diejenigen Krebse, welche unserm gewöhnlichen Flußkrebse nahe stehen und sich durch eine harte Schale, eine große ungekielte Kopfbrust und einen mehr platten Hinterleib auszeichnen. Die beiden Fühlerpaare sind auf derselben Querlinie eingelenkt, die innern zweispaltig, die äußern einfach, bedeutend verlängert und an ihrer Basis mit einer spießförmigen Platte versehen, welche niemals die Größe erreicht wie bei der vorigen Familie. Der Hinterleib ist groß, in seiner ganzen Länge fast gleich breit, nicht zugespitzt; die äußern Blätter der Schwimmflosse durch ein queres Gelenk getheilt; das vorderste Fußpaar ist stets weit größer als die übrigen und immer mit einer bedeutenden Schere bewaffnet. Die Kiemen sind sehr zahlreich und aus cylindrischen Fäden gebildet, während sie bei der vorigen Familie aus horizontalen Blättern zusammengesetzt sind. Die größern, in der See lebenden Arten dieser Familie, wie namentlich die Hummer, bilden bekanntlich einen bedeutenden Handelsartikel mancher Küsten.

Die Familie der Garneelen (Carida) besteht aus meist kleinen Krebsen mit dünner, hornartiger Körperbedeckung, deren Rumpf gewöhnlich von der Seite zusammengedrückt und oben mit einem scharfen Kiele versehen ist, welcher nach vorn in einen langen, oft gezahnten Stachel ausläuft. Die äußern Fühler sind tiefer eingelenkt als die mittlern und mit einem

großen Blattvorsatz versehen, welcher den Stiel des Fühlers nicht nur bedeckt, sondern meist auch überragt. Die Füße sind dünn, lang und ein oder zwei Paare derselben gewöhnlich mit Scheren bewaffnet; der Hinterleib ist lang, vorn dick, nach hinten zugespitzt, gewöhnlich stark gebogen und mit einer sehr großen Schwanzflosse versehen, deren äußere Blätter aus zwei verwachsenen Stücken bestehen. Die Thiere leben alle in der See, meist gesellig an den Küsten, sind gewöhnlich nur klein, dienen aber dennoch allgemein zur Nahrung. Bei einer Art (Peneus) wurde die Nauplusform als Larve nachgewiesen, während bei andern das entsprechende Stadium im Ei verläuft. Die abgebildete Art ist die größere unter den gewöhnlichen Garneelen (Crevettes), die man verspeist. (Garneele, Palaemon serratus, Taf. 28, Fig. 17.)

Unterordnung der Mundfüßer (Stomapoda).

Keine oder büschelförmige Kiemen an den Bauchfüßen; letzte Kieferfüße und erste Bauchfüße gleich gestaltet.

Wesentlich schwimmende Thiere mit meist langem Körper und kurzem Kopfbrustschilde, von dem gewöhnlich der Augenring vollkommen getrennt ist. Dieser trägt dann die langgestielten, facettirten Augen und die vier Fühler, und zuweilen ist er selbst noch in zwei Ringe gespalten, von denen dann der hintere den Einlenkungspunkt der Fühler gibt. Die Ausdehnung der Kopfbrust ist sehr verschieden, denn bald läßt sie drei oder vier mit eigentlichen Füßen besetzte Ringe unbedeckt, bald überzieht sie alle Brustringe so vollständig, daß die Ansatzpunkte sämmtlicher Füße von oben gedeckt sind, wobei indessen doch die Ringe auf der untern Seite erkenntlich bleiben. Die Bildung der Füße und des Hinterleibes wechselt außerordentlich bei den verschiedenen Familien. Die innern Fühler sind gewöhnlich ziemlich lang, frei und durch mehrere vielgliederige Fäden geendigt, die äußern einfach, an ihrer Basis mit einem großen gefiederten Blatte und am Ende mit einem vielgliederigen Faden versehen.

Die Familie der Heuschreckenkrebse (Squillida), (Heuschreckenkrebs, Squilla mantis, Taf. 28, Fig. 18) bietet die größten der ganzen Ordnung dar. Der Augenring ist deutlich getrennt, die Augen rundlich oder nierenförmig, kurzgestielt; die innern Fühler lang, mit drei Endborsten versehen, die äußern einfach und an der Basis mit einer ovalen gewimperten Platte besetzt. Das Kopfbrustschild ist klein, länglich und läßt noch wenigstens drei Ringe der Brust unbedeckt, an welchen drei Paare kurzer, cylindrischer, vorn abgeplatteter Füße stehen, die keine Klauen tragen und nur zum Schwimmen bestimmt sind. Der Mund liegt ziemlich weit nach hinten, ist mit Kiefern, zwei Paar Kinnladen und fünf Paar Kieferfüßen bewaffnet, von denen das erste Paar stielförmig und die drei letzten Paare mit einem blasenförmigen Anhange versehen sind und stets auf der Mundöffnung dicht aufliegen. Das zweite Paar dieser Kieferfüße ist außerordentlich groß, stark und zu einem Raubfuße umgestaltet; sein letztes, gewöhnlich mit Stacheln bewaffnetes Klauenglied schlägt sich wie eine Klinge gegen das vorhergehende Glied ein, das zu seiner Aufnahme an der äußern Seite einen vertieften, oft ebenfalls gestachelten Falz besitzt. Der Hinterleib ist lang, sehr stark und kräftig, und das hauptsächlichste Schwimmorgan. Er trägt fünf Paar blattartiger, falscher Füße, an deren Wurzel die gefiederten Kiemen befestigt sind, und ist an seinem hintern Ende mit zwei Paaren seitlicher, langer, gegliederter Platten versehen, welche die Oberfläche der Flüsse [illegible] größern. Die räuberischen Thiere [illegible] Nähe des Strandes, aber meist in [illegible]

Familie der Spaltfüßer (Schizopoda, [illegible] meist fehlend; Kiefer und Brustfüße [illegible] lang, am Ende gespalten. Keine [illegible]

Ordnung der Pfeilschwänzer (Pe[illegible])

Rückenschild quergetheilt; alle [illegible] Cephalothorax beinartig, die [illegible] renförmig endend; Bauchfüße [illegible] ungegliederter Stachel am Hinter[illegible]

Der Körper dieser Thiere, die [illegible] Krebsen gehören, besteht aus drei Arth[illegible] halbmondförmigen Kopfbrustschilde, [illegible] nach vorn gerichtet ist, während die [illegible] hinten schauen, einem ungleichseitig [illegible] schilde, dessen drei vordere Seiten [illegible] der Kopfbrust umfaßt werden, und [illegible] förmigen, ungegliederten Schwanzstachel [illegible] hintern Ende scharf zugespitzt ist. Kop[illegible] schild bilden zusammen eine fast rundlich[illegible] daß das Ganze der äußern Körperg[illegible] Werfen des Federballs bestimmten [illegible] unähnlich sieht. Das gewölbte Kop[illegible] der Mitte der Rückenseite eine Leiste, [illegible] förmigem Ende zwei sehr kleine, erhoben[illegible] stehen und zwei Seitenleisten, zu deren [illegible] halbmondförmigen, gewölbten, zusammen[illegible] zeigen, die mithin ganz dieselbe Stellung [illegible] wie die Augen der Trilobiten. Das [illegible] mit dem Kopfschild auf einer queren [illegible] die sich zwischen den Leisten erstreckt, [illegible] die Augen stehen. Die beiden hinter[illegible] des Bauchschildes sind mit gefiederten [illegible] Stacheln besetzt; der in der Mitte eingen[illegible] stachel ist nach allen Seiten hin bew[illegible] man das Thier von der untern Seite, [illegible] in der Mitte des Kopfbrustschildes den [illegible] an dessen Rand unmittelbar die mit [illegible] neten Gehfüße eingelenkt sind. Ueber [illegible] stehen in der Mittellinie, mit der Bra[illegible] nähert, zwei Fühler, die nur klein [illegible] sind und deren Endglied eine Schere [illegible] folgen die fünf eigentlichen Fußpaare, [illegible] eigenthümlichen Bau zeigen; sie bestehen [illegible] sechs Gliedern, von denen das erste [illegible] auf seiner innern Fläche mit einem [illegible] versehen ist, das starke Stacheln trägt [illegible] gegen dasjenige der andern Seite [illegible] übrigen Glieder sind cylindrisch und [illegible] dünne, schwache Schere. Der fünfte [illegible] sehr großes Basalglied, welches nach [illegible] falls eine stark gezähnte Platte, eine [illegible] trägt, nach außen hin aber mit einem [illegible] Anhange besetzt ist. Diese fünf Fuß[illegible] nach den vollendetsten Typus von [illegible] dem sie wirklich durch ihre Endglieder [illegible] Bewegungsorgane sind, während ihre [illegible] die einzigen Werkzeuge bieten, deren [illegible] zum Kauen und Zerkleinern der Beute [illegible]

Die untere Fläche des Bauchschildes [illegible] dere Art von Anhängen, welche den [illegible] Blattfüßer analog gebaut sind. [illegible] falschen Füße aus sechs schildförmi[illegible] paaren, von welchen das erste die andern [illegible] überragt und keine Kieme trägt, [illegible] tern Paare auf ihrer Hinterfläche [illegible] Anzahl von Kiemenlamellen besetzt [illegible]

aben. Unmittelbar hinter diesen Kiemen-
an der Basis des stachelförmigen Schwan-
rchaus keine Eingeweide birgt, der After.
atomie und Entwickelungsgeschichte dieser
en so viel Eigenthümliches dar, daß manche
scher geneigt sind, sie als eine besondere
Gliederthiere zu betrachten. Es gibt nur
ng mit mehrern Arten; die abgebildete an
merikanischen Küsten, die andern an den
daher der Name Molukkenkrebs Limulus
us, Taf. 28, Fig. 27).

ıung der Trilobiten (Trilobita).

ızlich ausgestorbene Ordnung von Krustern,
den ältesten Schichten der Erde massenhaft
und bis zur Kohlenzeit sich erhält, nach-
urch andere Typen ersetzt wird. Wir ha-
lrt abgebildet, um die Form dieser merk-
Thiere zu zeigen, von welchen offenbar ein
il der jetzt lebenden Krebsthiere indirect ab-
Die abgebildete Art findet sich in den unter-
Schichten Böhmens. (Trilobit, Sao hirsuta,
fig. 28.)

ng der Blattfüßer (Phyllopoda).

fühlerpaare, häufig umgewandelt;
phalothorax; Hinterleib sehr ent-
mit blattförmigen Anhängen an den
Füßen.

örper dieser Thiere ist bald vollkommen
von einem breiten einfachen Schilde, bald
einer dünnen zweiklappigen Schale umgeben;
gewöhnlich frei, mit zwei großen, zusammen-
ngen, zuweilen auch noch mit einem mitt-
aaren, einfachen Auge und zwei Fühler-
ersehen, die oft seltsame Umgestaltungen
der Mund ist stets mit Kiefern oder Kinn-
affnet; hinter ihm stehen die Füße, welche
Reihen gezähnelter oder behaarter Platten
die während des Lebens in beständiger Be-
ind. Der Hinterleib ist stets frei, mehr-
gewöhnlich mit langen, fadenförmigen An-
riehen; die Schilder und Schalen, welche bei
ızerten Arten den Körper decken, sind sehr
chsichtig und hornartig.
milie der Blattkrebse (Apusida) trägt
nein große Anzahl von Kiemenfüßen, welche
anzen untern Raum des Schildes ausfüllen,
ein großes, einfaches Kopfbrustschild, bald
lappige Schale bildet, die dann nur mit
ngen Punkte des Rückens zusammenhängt.
ewöhnlichen Blattkrebsen ist der Körper so
Schilde verwachsen, daß nur die Augen auf
Fläche hervorstehen. Mundwerkzeuge und
ıß man auf der untern Fläche suchen. Die
ıeuge bestehen aus einer sehr großen,
Oberlippe, neben welcher die kurzen, drei-
Fühler stehen, aus einem Paar starker,
ıähnelter Kiefer und zwei Paar blätteriger
; der Hinterleib ist frei und trägt gewöhn-
ch lange, fadenförmige Anhänge. Die Thiere
milie (Kiefenfuß, Apus cancriformis, Taf.
9) erscheinen zuweilen plötzlich in süßen Ge-
nd Pfützen und verschwinden wieder beim
n derselben, indem sie sich mit ihren Larven
ıchten Schlamm des Bodens eingraben.
milie der Kiemenfüße (Branchipida) wird
en wenigen, langgestreckten Gattungen ge-

bildet, deren Körper vollkommen frei und in eine bedeutende Anzahl von Ringen zerfällt ist. Die Augen sind gestielt, die vordern Fühlhörner oft zu hakenförmigen Organen beim Männchen umgewandelt, während die hintern fadenförmig sind. Es finden sich stets elf Paar blattförmiger Kiemenfüße, und bei den Weibchen hinter denselben die eigenthümlichen Eiersäcke, die mit starken Muskeln versehen sind, durch deren Zusammenziehung die Eier beständig hin- und hergeworfen werden. Die Thiere schwimmen wie die der vorigen Familie auf dem Rücken, den Bauch nach oben gekehrt, und finden sich sowol in Pfützen als auch in salzigen Wässern, namentlich in den Salzseen, selbst bei einem bedeutenden Grade ihrer Concentration.

Die Familie der Wasserflöhe (Cladocera), (Wasserfloh, Daphnia pulex, Taf. 28, Fig. 30) hängt nur mit einem geringen Theile des Rückens mit ihren Schalen zusammen, sodaß Kopf und Leib ziemlich frei sind. Der Kopf trägt ein rundes bewegliches, in einem freien Raum gelegenes, zusammengesetztes Auge, einen schnabelförmigen Mund und zwei Paar Fühlhörner. Die vordern Fühlhörner sind sehr klein, stets unter der Schale geborgen, die hintern dagegen sehr groß, ästig, mit langen Büscheln besetzt und fast das einzige Bewegungsorgan. Der Mund zeigt eine große Oberlippe, starke, hakenförmige Kiefer, horizontale, mit hakenförmigen Dornen besetzte Kinnladen. Die vier vordern Fußpaare sind breit, abgeplattet, mit langen Haaren besetzt und dienen nur als Strudelorgane; das fünfte Paar trägt einen geiselförmigen Fortsatz, der nach oben gerichtet ist und die Eier in der Bruthöhle umfaßt. Der Hinterleib ist kurz, endigt in zwei nach unten gerichteten Haken und trägt auf der Rückenfläche mehrere nach oben gerichtete Warzen, die durch ihre Anlagerung an die Schale einen bedeutenden Raum zwischen dieser und dem Hinterleibe abschließen, der als Bruthöhle dient. Während des Sommers werden in dieser Höhle die Eier nur wenige Tage hindurch ausgebrütet, gegen den Herbst hin aber bildet sich in der Bruthöhle ein eigenthümlicher sattelförmiger Apparat von dunkler Farbe, welcher wesentlich aus zwei Klappen besteht, die in ihrem Innern besondere Kapseln enthalten; man hat diesen Apparat das Ephippium genannt. Jede der beiden Kapseln dieses Apparats enthält ein oder mehrere Eier, die bei der letzten Häutung vor dem Herbste mit Kapseln und Klappen aus der Bruthöhle ausgestoßen werden. Die Thiere gehen den Winter über zu Grunde; die in den beschriebenen zweiklappigen Kapseln gelegten Eier aber harren den Winter hindurch aus und entwickeln sich im nächsten Frühjahre.

Ordnung der Muschelkrebse (Ostracoda).

Eine zweiklappige, vollkommen schließende Schale mit Schließmuskel und Andeutung eines Schlosses.

Die Familie der Muschelkrebse (Cyprida) (Muschelkrebs, Cypris monacha, Taf. 28, Fig. 31) besitzt zwei Paar Fühler, von welchen die vordern dünn, borstenförmig, nach vorn gerichtet, die hintern breit knieförmig gebogen und mit langen Borsten besetzt sind, sodaß sie als das hauptsächlichste Bewegungsorgan dienen. Diese Fühler tragen lange Borsten und Stacheln und treten an dem untern Schalenrande hervor. Der vorspringende Mund, der in der Mitte zwischen diesem großen Fühlerpaare liegt, zeigt eine Ober- und Unterlippe, ein Paar Kiefer und zwei Paar Kinnladen. An der Basis dieser Mundwerkzeuge finden sich blattförmige Lappen, unter denen die des ersten Kinnladenpaars besonders groß, ringsum mit

Borsten besetzt und an den Seiten in die Höhe geschlagen sind; sie wurden vorzugsweise als Kiemen betrachtet, sind aber offenbar nur Strudelorgane. Unter dem Leibe findet man zwei Paar Füße; die hintern sind nach unten gekrümmt, mit einem Haken bewaffnet, die vordern gabelförmig in die Höhe geschlagen, zur Stütze des dort liegenden Eierstocks. Der Hinterleib endigt in zwei spitze, schwanzartige Stacheln, die nebst dem vordern Fußpaare und den beiden Fühlerpaaren die einzigen Organe sind, welche aus der Schale hervortreten. Die Eier werden in einem eigenen Raume zwischen Schale und Hinterleib gesammelt, aber sehr bald an Wasserpflanzen gelegt. Die im Meere lebenden Gattungen tragen zwei seitliche Augen fast mitten auf dem Rücken, nahe der Mittellinie, die im Süßwasser wohnenden ein aus zwei Hälften zusammengesetztes, vorn am Kopfe gelegenes Auge. Sie finden sich zu Millionen in allen Wassertümpeln.

Ordnung der Krebsflöhe (Copepoda).

Cephalothorax entwickelt; Bauchfüße zweiästig, mit langen Borsten zum Schwimmen besetzt; kauende Mundtheile.

Der Leib dieser Thiere zeigt gewöhnlich drei deutliche Abtheilungen, eine vordere Kopfbrust, welche die Fühler, Augen und Kaufüße trägt, einen gewöhnlich viergliederigen Leib, mit vier Paaren von Schwimmfüßen ausgerüstet, und einen gegliederten Hinterleib, an dem Ende mit Schwimmborsten versehen und an seiner Basis die Eierstäcke tragend. Das vordere Fühlerpaar ist meist lang, borstenförmig, das hintere kleiner, zuweilen rudimentär oder zu einem Schwimmfuße umgewandelt. Die Mundorgane sind zum Kauen eingerichtet und tragen ein Paar hakiger Kiefer und ein oder zwei Paar blattförmiger, mit Borsten versehener Kinnladen. Die Kaufüße, deren zwei oder drei Paare vorhanden sind, scheinen stets mit langen Borsten besetzt und dienen als Strudelorgane, welche durch ihre beständige Bewegung der Unterseite des Körpers frisches Wasser zuführen; die Schwimmfüße sind stets kurz, zweiästig und mit langen Borsten besetzt. Die Sinnesorgane sind durch ein einfaches, aus mehrern gehäuften Krystallkegeln zusammengesetztes bewegliches Auge, oder durch zwei einfache, nahe zusammenstehende Augen repräsentirt. Der Darmkanal ist vollkommen gerade, in seinem Verlaufe durchaus gleich weit; das Herz dünn, schlauchförmig, nur vorn und hinten geöffnet; besondere Athemorgane sind durchaus unbekannt; wie es scheint, versieht die gesammte Haut des Körpers diese Function. Die Eier werden bis zum Ausschlüpfen der Jungen in langen Säcken am Hinterleibe vom Weibchen herumgetragen. (Krebsfloh, Cyclops viridis, Taf. 28, Fig. 32.)

Die aus dem Ei ausschlüpfenden Jungen haben, wie diejenigen der Schalenflöhe, der Blattfüßer und der folgenden Schmarotzerkrebse und Rankenfüßer, die gewöhnliche Nauplusform. Die außerordentliche Zahl dieser Thierchen im süßen wie salzigen Wasser hat zur Aufstellung einer ziemlichen Anzahl von Familien genöthigt, die wir übergehen.

Ordnung der Schmarotzerkrebse (Siphonostoma).

Mehr oder minder durch Parasitismus umgewandelte Krebsflöhe, deren Jugendform sie haben, mit saugenden Mundtheilen.

Der Körper dieser Thiere zeigt die seltsamsten Gestalten und außerordentlich vielfache Zwischenstufen von einer wurmförmigen, veränderlichen, weichen Körpergestalt bis zu einer ziemlich festen Consistenz und einer durchgreifenden Ringelung des ganzen Leibes, an dem sich dann bald zwei Hauptheile, Kopfbrust und Hinterleib, oder sogar drei unterscheiden lassen, indem die Kopfbrust sich mehr oder minder vollständig theilt. In keiner Ordnung lassen sich, so wie hier, die Degradationen der Fühler, der Augen und der Bewegungswerkzeuge in solch ausgedehntem Maße und in der Art nachweisen, daß die Entwickelung derselben stets mit der mehr oder minder parasitischen Natur in Verbindung steht. Bei denjenigen Gattungen, die sich mit zeitlich fixiren, im übrigen aber sich ziemlich freier Bewegungen erfreuen, findet man wohlausgebildete Schwimmfüße mit langen Borsten und außerdem noch Saugnäpfe oder Klammerfüße zum Anhesten. Bei andern finden sich nur noch wenig bewegliche Klammerfüße, die zuweilen selbst von beiden Seiten der in einem Ringe zusammenwachsen, der in das Fleisch des Wohnthiers eingesenkt ist. Bei denjenigen Gattungen, die am meisten zurückgesunken sind, sieht man selbst gar keine gegliederten Anhänge mehr, und statt aller Bewegungswerkzeuge nur einige auf Warzen stehende Haken oder weiche Fortsätze am Kopfende, mittelst deren die unförmlichen Wesen in die Substanz ihres Wohnthiers eingegraben sind. Fühler kommen noch bei den meisten dieser Schmarotzer vor; gewöhnlich sind sie nur kurz, borstenförmig, zuweilen auch zusammengedrückt und ziemlich platt; Augen fehlen den meisten und kommen nur bei den höher stehenden Typen in Form zweier seitlichen, der Mittellinie ziemlich nahe gerückten gehäuften Augen vor.

Die Mundwerkzeuge sind bei allen diesen Thieren nach einem gemeinschaftlichen Plane gebaut, und unterscheiden sich von denen aller andern Krustenthiere dadurch, daß sie nicht zum Kauen, sondern zum Saugen geeignet sind; sie bestehen aus einem meist kurzen, kegelförmigen Saugrüssel, der eine Röhre darstellt, welche aus der Verwachsung der Ober- und Unterlippe hervorgegangen ist. In dieser Röhre, die zuweilen ziemlich lang ist und dann wie ein Fernrohr ein- und ausgeschoben werden kann, spielen gewöhnlich zwei spitze Stücke, welche zum Anstechen der Wohnthiere dienen und oberhalb der umgewandelten Kiefer sind. Die eigentlichen Kieferfüße sind meist zu Klammerfüßen und sonderbaren Körperanhängen umgewandelt, womit sie sich auf den Fischen, auf welchen sie gewöhnlich schmarotzen, festsetzen.

Sämmtliche Schmarotzerkrebse haben deutlich geschiedene Geschlechter, und meistens ist sogar die Verschiedenheit der Männchen und Weibchen außerordentlich groß. Die Männchen sind gewöhnlich verhältnißmäßig sehr klein und hängen, wie Schmarotzerthiere, während ihres ganzen Lebens an der Geschlechtsöffnung ihrer riesenhaften Weibchen fest.

Man hat eine große Anzahl von Familien aufgestellt, auf die wir nicht weiter eingehen. Um indessen einigermaßen die Degradation innerhalb dieser Ordnung vor Augen zu führen, bilden wir die schnell schwimmende Art Karpfenlaus, (Argulus foliaceus, Taf. 29, Fig. 1) ab, welche auf unsern Karpfen und Weißfischen schmarotzt, aber noch ausgebildete Schwimmfüße besitzt, außer den großen vordern Saugnäpfen, womit sie sich festhält; ferner die Barschlaus (Achtheres percarum, Fig. 2), bei welcher ein Fußpaar zu einem Klammerbogen umgewandelt ist, womit sie an den Kiemen der Barsche im Gewebe selbst festsitzt, und endlich den Lauswurm, (Lernaea branchialis, Fig. 3) der sich in den Kiemen des Stockfisches, seines Wirthes, einbohrt, mit Ausnahme von einigen Klammerhaken alle Gliedmaßen

und eine vollkommen wurmförmige Gestalt hat.

ng der Rankenfüßer (Cirrhipedia).

ende, hermaphroditische Kruster ohne und mit zu Ranken umgewandelten

iere, welche dieser höchst abnormen Ordnung sitzen im erwachsenen Alter stets am Bo- ilen schmarotzend auch auf der Haut großer fest und sind in ein aus mehrern Stücken s Gehäuse eingeschlossen, das sie beim en vollständig verschließen können und das ein kalkiges Gefüge hat. Dieses Gehäuse unmittelbar, bald mittels eines beweglichen it und enthält das Thier in solcher Lage, mit dem gewölbten Theile des Rückens oder der Kopfbrust nach unten gegen die Basis uses gewendet ist und der Mund ganz in desselben verborgen liegt. Die Schale selbst eden gestaltet, weshalb wir sie erst bei den Familien betrachten werden. Auf ihrer he wird sie von einem Mantelsacke ausge- er stark muskulös ist und auf der untern en Schlitz zeigt, aus welchem die eigenthüm- ikenartigen Fußpaare und der röhrenförmige hervortreten. Die Grundlage des Mantels Chitinblättern gebildet und die ganze Ober- ist der den Körper und die Ranken über- Haut ganz in ähnlicher Weise gewechselt, wie Krebse von Zeit zu Zeit ihren Schalenpanzer während die Schale selbst niemals der Häu- erworfen ist und mithin ein Gebilde darstellt, nuch durch diese Eigenthümlichkeit sich außer- gemeinsamen Organisationsplans der Krusten- llt. Die Bewegungsorgane bestehen aus aren äußerst vielgliederiger, mit Borsten be- nhänge, deren sich jeder alsbald in zwei spaltet, sodaß auf jeder Seite des Körpers che gegliederte Ranken durch die Mantelspalte ten können. Die dem Munde zunächst liegen- ken sind die kleinern und dienen als Tast- die weiter entfernten größern werden haupt- um Ergreifen der Beute und zur Erzeugung trudels benutzt, der frisches Wasser in die ähle führt. Ein eigentlicher Kopf fehlt durch- Mund liegt in der Tiefe des Mantelschlitzes t ein Paar seitlicher kurzer Kiefer, die auf nenfläche gezähnelt sind und zum Kauen inein- ifen. Außer diesen Kauwerkzeugen bemerkt ie Spur von Organen irgendwelcher Art an pfe oder an dem meist rundlichen, beutel- Vorderkörper, der in der Tiefe des Mantel- rborgen ist. Fühler, Augen u. s. w. fehlen Die gegliederte Röhre, welche zwischen dem Paare der Rankenfüße als Fortsetzung des sich zeigt, läßt an ihrem Anfangspunkte den d an ihrer Spitze die Oeffnung des Samen- ewahren.

lle Rankenfüßer sind Zwitter, in der Weise, ständig ausgebildete männliche und weibliche sich auf denselben Individuen ausgebildet fin- ie Eierstöcke liegen stets zwischen dem Kör- dem Mantel, und zwar bei den gestielten en in der Höhle des Fußes selbst, bei den un- zwischen den Lamellen des Mantels als einzelne läuche.

jungen Embryonen verlassen das Ei und die Mantelhöhle der Mutter in einer Gestalt, welche derjenigen der jungen Krebsflöhe so sehr ähnelt, daß kaum ein Unterschied wahrzunehmen ist. Der Körper dieser jungen Thierchen ist birnförmig, nach hinten zugespitzt, und trägt in der Nähe des Stirnrandes ein einziges, wohlcharakterisirtes Auge, das später gänzlich verschwindet. Auf der Unterfläche des Körpers sieht man drei Paar gegliederter Anhänge, von welchen die ersten, die Fühler, einfach, die beiden andern gegen das Ende hin doppelt getheilt sind. Die schildförmige Haut, welche den Körper deckt, geht nach hinten in zwei seitliche, am Leibe liegende Hornfortsätze aus, die sich nach und nach ablösen und in rechtem Winkel abstehen, während zugleich auch der schwanzförmige Anhang sich theilt und die gegliederten Anhänge nach und nach längere Schwimmhaare entwickeln, sodaß das Junge nun sehr geschickt in dem Wasser umherschwimmt. Später zeigen die Thierchen eine zweiklappige Schale und eine Gestalt ähnlich derjenigen der Muschelkrebse, und erst nachdem sie diese Stadien durchlaufen haben, setzen sie sich mittels der Antennen fest und nehmen die definitive Gestalt an. Wir bilden, mit Uebergehung der schmarotzenden Wurzelkrebse (Rhizocephala) und der in Muscheln sich einbohrenden Bauchkrebse (Abdominalia), die zwei Hauptformen der Rankenfüßer ab: die Entenmuschel (Lepas anatifera) mit zweiklappiger, aus mehrern Stücken zusammengesetzter Schale, die auf langem Stiele steht (Taf. 29, Fig. 4), und die Seepocke (Balanus tintinnabulum, Fig. 5), die auf Felsen sitzt und eine becherförmige, aus sechs Hauptstücken bestehende Schale hat.

Kreis der Weichthiere.

(Mollusca.)

Ursprünglich symmetrische Thiere, deren Symmetrie aber oft im weitern Auswachsen sich verwischt, ohne inneres oder äußeres Skelet, ohne gegliederte Gliedmaßen, mit fleischigem, aus dem allgemeinen Hautmuskelschlauche differenzirtem Bewegungsorgane, (Fuß), von einer mehr oder minder großen Hautduplikatur (Mantel) eingehüllt, welche meist eine stets aus kohlensaurem Kalk bestehende Schale absondert. Ausnahmslos findet sich Wimperbewegung, entweder über den ganzen Körper verbreitet, oder nur an einzelnen Oberflächen entwickelt.

Die eigentlichen Weichthiere, aus den Kraken, Schnecken und Muscheln gebildet, lassen sich leicht durch gemeinsame Organisationszüge charakterisiren, während die ihnen nur provisorisch angeschlossenen Klassen der Armfüßler, Mantelthiere und Moosthiere eine sehr abweichende Organisation erkennen lassen.

Die symmetrische Anlagerung der Organe ist bedeutend zurückgedrängt, namentlich häufig im erwachsenen Zustande. Bei vielen Weichthieren zwar erscheinen die äußern Anhänge des Körpers, die Bewegungsorgane, die Tastwerkzeuge u. s. w. symmetrisch geordnet, allein diese Anordnung ist weit entfernt, im übrigen Körperbau durchzugreifen, und man findet deshalb meist die innern Organe, besonders die Verdauungs- und Geschlechtswerkzeuge, in höchst unsymmetrischer Lagerung. Bei einer ganzen Klasse, den Bauchfüßlern, zeigt sich die Tendenz, die Ebene, zu deren Seiten die Organe vertheilt sind, spiralig auf-

zurollen und so die Gestalt der Schneckenschalen herzustellen. Das Nervensystem besteht aus zerstreuten Knoten, welche durch Fäden miteinander verbunden sind und ziemlich unregelmäßig im Körper zerstreut umherliegen. Es bildet aber ein Theil dieser Knoten mit ihren Verbindungsfäden stets einen mehr oder minder weit ausgedehnten Ring um den Schlund, und bei den höhern Gattungen läßt sich auch eine bedeutendere Centralisation zu förmlichen Hirnknoten über dem Schlunde wahrnehmen, welche denn auch die höhern Sinnesorgane, Tastwerkzeuge u. s. w. mit Nerven versorgen. Die untere Hauptgruppe der Ganglien liegt stets in der Nähe des Fußes, also des Hauptbewegungsorgans. Außerdem finden sich noch Mantelganglien, Eingeweideganglien u. s. w. je nach der Ausbildung besonderer Organe. Sinnesorgane sind immer vorhanden. Besondere Tastorgane sind meist weniger entwickelt als bei den Würmern, indem die ganze weiche Körperoberfläche gegen äußere Eindrücke ganz besonders empfindlich ist; doch finden sich bald Lippen, bald eigene um den Mund gestellte Lappen, Haare oder Arme, bald einziehbare Fühler, welche besonders zu dem Zwecke des Tastens vorhanden sind. Die Sehwerkzeuge sind nicht überall vorhanden, und bei vielen findet sich nur ein einziges, ziemlich rudimentäres Augenpaar, während andere eine große Menge unvollständiger Augen besitzen, die nicht einmal in der Nähe des Kopfendes liegen. In den höhern Klassen freilich, wo stets nur ein Paar Augen vorhanden ist, die an dem Kopfe angebracht sind, erscheinen diese auch in bedeutendem Grade ausgebildet, bei den höchsten in nicht minderm Maße als bei den Wirbelthieren. Wir begegnen bei den Weichthieren fast in allgemeiner Verbreitung unverkennbaren Gehörorganen, runden Bläschen, welche meistens dem Gehirnknoten unmittelbar aufsitzen oder doch nur einen kurzen, aber ziemlich bedeutenden Gehörnerven zeigen. Im Innern dieser fast stets kugeligen Bläschen findet sich eine klare Flüssigkeit und eine feste Concretion von kohlensaurem Kalk, die bald nur einen runden, bald mehrere krystallinische Hörsteinchen bildet. Es scheint, als würden diese Hörsteinchen durch Flimmerhaare, welche die innere Fläche des Bläschens auskleiden, in stets zitternder Bewegung erhalten.

Die Haut der Weichthiere ist mehr oder minder derb, lederartig und meist mit einem schleimigen, schlüpfrigen Ueberzuge versehen; bei den wenigsten nur ist sie glashell und durchsichtig, bei den meisten finden sich außerdem festere Schutzgebilde, mehr oder minder entwickelte Schalen, vor. Es sind diese Schalen nach äußerst verschiedenen Typen entwickelt, hier in Form von oft sonderbar gestalteten Zellen mit oder ohne Deckel, dort in Gestalt einer Büchse oder einer bald mehr geraden, bald mehr gewundenen Röhre; in andern Fällen wieder als seitliche Klappen, welche wie die Pappdeckel eines Buchs den Leib des Thiers einschließen. Die Anordnung dieser Schalen und ihrer einzelnen Theile, ihr Verhältniß zu dem übrigen Körper, ihre Verzierungen u. s. w. bilden in den Klassen der Weichthiere die wichtigsten Anhaltspunkte für die Unterscheidung der Gattungen und Arten. Das Weichthier, welches in diesen Schalen steckt oder auch frei ist, wird meistens lax von seiner äußern Haut umhüllt, die fast immer eine doppelte Falte bildet und so eine Art Mantel darstellt, welcher um den Körper des Thiers geworfen ist. Oft erscheint dieser Mantel sackartig, mit nur einigen Oeffnungen für Verdauungs-, Bewegungs- und Athemorgane; in andern Fällen bildet er nur eine Kapuze, unter welche sich ein Theil des Körpers zurückziehen kann; bei vielen entspricht er der Ausbildung der Schalen insofern, [illegible] Blätter bildet, welche den Körper von [illegible] her umfassen, und nur bei denjenigen, [illegible] Schale besitzen, ist er oft so rückgebildet, [illegible] kaum unterscheiden läßt.

Viele Weichthiere sitzen während der [illegible] ihres Lebens mit Ausnahme ihres [illegible] am Boden fest und können deshalb keine [illegible] wegung bethätigen als Zusammenziehung [illegible] Körpers und Ausdehnungen der Fa[illegible] sie etwa besitzen. Viele kriechen mittels [illegible] dern Organs, das aus muskulösen Fasern [illegible] auf der Bauchfläche angebracht ist. Die [illegible] welche man Fuß nennt, hat die verschi[illegible] stalten, ist aber niemals weder geringelt, [illegible] solche Unterstützungen von Borsten und [illegible] bei vielen Würmern vorkommen. Viele [illegible] schwimmen; die einen nehmen zu diesem [illegible] in die Athemhöhle ein, und indem sie [illegible] lebhafte Zusammenziehung ihres Körpers [illegible] treiben, werden sie durch den Rückstoß [illegible] andere haben eigenthümliche Schwimm[illegible] aus Umwandlungen des Fußes hervorge[illegible] die Kraken besitzen mit Saugnäpfen oder [illegible] setzte Arme, mit welchen sie kriechen und [illegible] mern können.

Bemerkenswerth ist besonders den Glie[illegible] genüber die Rolle, welche die Wimperbe[illegible] Leben der Weichthiere besitzen. Bei den [illegible] besorgen die fast über den ganzen Körper [illegible] Wimpern ausschließlich die Herbeischaffung [illegible] rung, des Athemwassers und die Fortbe[illegible] Absonderung, und erst in der höchsten [illegible] diese Functionen auf selbständig differen[illegible] über.

Die Organe des vegetativen Lebens sind [illegible] nichfaltig ausgebildet. Von einer einfachen [illegible] welche nach hinten zu gegen einen After [illegible] bis zu einem äußerst complicirten Verdauungs[illegible] mit wohlbewaffnetem Munde und Schlu[illegible] vielfachen Abtheilungen des langen Darm[illegible] sich alle Zwischenstufen in der langen Reihe [illegible] thiere ausgebildet, die wir bei den einzelnen [illegible] betrachten werden. Besonders bemerkenswe[illegible] deß in der Klasse der Weichthiere die bedeu[illegible] faltung der Drüsengebilde und besonders [illegible] welche bei manchen Klassen den größten Te[illegible] geweide ausmacht, während sie bei den [illegible] eine unbedeutende Schicht der Darmwand [illegible] stellte. Ein After kommt übrigens bei [illegible] thieren vor. Der Darmkanal besitzt stets [illegible] dungen, und überall ist eine besondere Leber[illegible] gestellt.

Der Kreislauf des Blutes ist fast [illegible] Weichthieren auf einer hohen Stufe der [illegible] so zwar, daß ein oft in mehrere Kammern [illegible] Herz, mit ab- und zuführenden Gefäßen, [illegible] mehrere, besondere Herzen vorhanden sind [illegible] bahnen sind aber niemals, wie bei den [illegible] ganz geschlossen, sondern stets mit einem [illegible] Hohlräumen (Lacunen) in Verbindung, die [illegible] bald minder ausgedehnt sind, was besonders [illegible] Organisation der Athmung abhängt. [illegible] verschiedenen Ausbildung des Kreislaufs [illegible] diejenige der Athemorgane Hand in [illegible] den niedersten Typen kommen keine spezi[illegible] Zweck bestimmten Organe vor; bei den [illegible] nen sie als Kiemen oder selbst als Lungen [illegible] zum Einathmen der reinen atmosphärischen [illegible] stimmt sind. Die stets lebhaft stimmenden

der mannichfaltigsten Form als seitliche Blätchern und Schlitzen, als baumartig verästelte auf und stehen stets in nächster Beziehung zu e, dessen ganze Masse meist durch die Gefieser Athemorgane circulirt. Die Lungen en einfachen beutelartigen Sack, auf dessen Äche die Gefäße verzweigt sind.

rtpflanzung geschieht nur auf geschlechtge; Sprossung und Knospenzeugung sind nicht Die meisten Weichthiere sind getrennten Gedie meisten Schnecken Zwitter in der Art, liche und weibliche Geschlechtstheile vollständnem Individuum vorhanden sind. Bei zwei ndet totale Dottertheilung, bei einer partielle meisten durchgehen mehr oder minder aufarvenzustände.

isten Weichthiere leben im Wasser, die nien fast ausschließlich im Meere, und nur die Schnecken besitzt einige Gattungen, welche nnd bewohnen. Aber auch diese Landbewohner gleicher Weise wie die Erdwürmer stets eines sfenthalts und gehen bei vollkommener Trockenrnde. Sie halten sich deshalb vorzugsweise an moraftigen Orten unter Steinen und Kräu-

Die kriechenden Gattungen, welche das das süße Wasser bewohnen, lieben besonnterfläche von Steinen und Wasserpflanzen, en sich auch in den Sand oder Schlamm ein, olz und Kallsteine werden vorzugsweise von attungen angefressen und durchlöchert. Die Schwimmer bewohnen alle das Meer und eit hinaus in offener See anzutreffen. nnt nur ein einziges Beispiel von innerm rthum.

r Kopffüßler oder Kraken (Cephalopoda.)

(Tafel 30, Figur 23 bis 30.)

hiere mit wohlgesondertem Kopf, e um den Mund gestellten Fangatßen, wohlorganisirten Augen, mit rmigem, die Kiemen einschließendem und aus der Umwandlung des Fußes gangenem Trichter über der Kiemen-Beschlechter getrennt; Dotter beim kopfständig.

ffüßler tragen ihren Namen von der eigen-Anordnung ihrer verschiedenen Körpertheile. lichen bestehen sie aus einem großen, meist oder rundlichen Eingeweidesacke, auf welchen mehr oder minder deutlichen Einschnürung olgt, der mit gewaltigen, im Kreise gestellumgeben ist, die eine Art Trichter bilden en Grunde der Mund sich befindet. Der ist von einem beutelförmigen Mantel umer nur auf der Bauchseite nach vorn geund hier die Zugänge zu der Kiemenhöhle ischen und vor diesen Oeffnungen sieht man rförmige Röhre, durch welche das Wasser, Athmung gedient hat, ausgeworfen wird. des Kopfes stehen zwei große, meist vorgeugen, deren Structur hinsichtlich ihrer Com- keiner Weise derjenigen der höhern Thiere dürfte. Die Arme selbst, welche um den en, sind muskulöse Fortsätze, die sowol zur ung als auch zum Fangen der Beute dieäufig mit Saugnäpfen oder Haken besetzt teils dieser Arme kriechen die Cephalopoden mgekehrter Stellung umher, theils bedienen selben zur Unterstützung des Schwimmens, welches vorzugsweise durch die Athembewegung vollbracht wird. Nur wenige der jetzt lebenden Kopffüßler haben eine Schale, die indeß höchst eigenthümlich gebildet ist. Viele besitzen einen innern, in der Rückenwand des Mantels gelegenen Knochen, der oft versteinert erhalten wurde, und keine entbehren aller festern Theile, da bei allen ein solider, meist aus mehrern Stücken zusammengesetzter Kopfknorpel existirt, in welchem das Gehirn eingeschlossen ist.

Die Haut der Kopffüßler ist meistens derb, lederartig und mit einer zarten Oberhaut versehen, welche nirgends Wimperhaare trägt. In dieser Haut sind eigenthümliche Zellen eingeschlossen, welche eine sehr dehnbare elastische Haut haben und während des Lebens durch in der Haut gelegene Fasern abwechselnd ausgedehnt und zusammengezogen werden. Diese Zellen (Chromatophoren genannt) sind mit blauen, violetten, rothen, gelben oder braunen Farbstoffen gefüllt, die bei der Ausdehnung der Zelle sehr verdünnt und über einen großen Raum ausgebreitet erscheinen und deshalb fast verschwinden, während sie bei der Zusammenziehung der Zelle durch ihre Anhäufung ihre Tinte intensiv vortreten lassen. Jede solche Zelle enthält nur einen Farbstoff; die Zellen verschiedener Farben liegen aber regellos nebeneinander, sodaß bei den abwechselnden Zusammenziehungen und Ausdehnungen an einem bestimmten Punkte bald diese, bald jene Farbe hervortritt. Die Kopffüßler zeigen so während ihres Lebens ein herrliches Farbenspiel von blauen, rothen und gelben Tönen, die schillernd über den Körper hinweglaufen und beständig miteinander abwechseln. Es hält dieses Farbenspiel mehrere Stunden nach dem Tode noch an und dient deshalb auf den Märkten der Küsten, wo man die Thiere ißt, zum Zeichen ihrer Frische.

Die äußern Schalen, welche manche Kopffüßler besitzen, sind nach abweichenden Typen gestaltet und können nicht mit denen der Schnecken verwechselt werden. Sie sind stets im Verhältniß ihrer Größe, dünn und zerbrechlich, lassen aber bei zwei verschiedenen Typen eine sehr verschiedene Structur erkennen. Der eine Typus wird durch das Papierboot (Argonauta) dargestellt, ein Thier, das sich häufig in dem südlichen Mittelmeere findet und ein bootförmiges, sehr leichtes, dünnes, hinten spiralig eingerolltes, quer gereiftes Gehäuse bewohnt, das im Innern keine Scheidewände hat und an dem das Thier so wenig anhängt, daß manche Naturforscher noch bis in die neueste Zeit behaupteten, es halte sich nur als Schmarotzer in dieser Schale auf, die das Werk einer noch unbekannten Schnecke sei. Es werden aber diese Schalen offenbar nicht von dem Mantel des Thiers, welches nirgends damit zusammenhängt, sondern von den beiden segelartig ausgebreiteten, hintern Armen des Thiers gebildet, welche nach unten zurückgeklappt getragen werden und auf ihrer netzartig gegitterten Außenfläche die Substanz dieses Gehäuses absondern, die hauptsächlich hornartig ist und die Kalkmasse in kleinen rundlichen Haufen abgelagert enthält. Die Thiere sind, entgegen dem bei den Schnecken geltenden Gesetze, im Ei vollkommen nackt und erhalten diese Schale erst später umgebildet.

Weit wichtiger für uns erscheinen diejenigen Schalen, die nach einem Typus gebaut sind, von welchem das sogenannte Schiffsboot (Nautilus) den Typus bildet. Alle diese Schalen sind gekammert, d. h. durch eine Menge von Scheidewänden in einzelne Abtheilungen zerlegt, welche sich meist in regelmäßigen, vom innern Ende der Schale an allmählich zunehmenden Abständen beim Ausbrechen der Schale

erkennen lassen. Diese Scheidewände sind nie ganz vollständig, sondern an irgend einer Stelle durchbohrt, sodaß bei todten Schalen jede Kammer mit der andern durch ein Loch der Scheidewand in Verbindung steht. In den meisten Fällen setzt sich das Loch nach hinten zu in eine mehr oder minder lange zapfenförmige Kalkröhre fort, welche besonders in den fossilen, mit Steinmasse erfüllten Schalen deutlich ist und die man den Sipho genannt hat. Bei den todten Schalen scheint so jede vorhergehende Kammer nach hinten in die folgende geöffnet; untersucht man aber die Sache bei einem lebenden Thiere, so zeigt sich der Sipho durch einen Faserstrang ausgefüllt, der durch alle Kammern hindurchgeht, von dem hintern Theile des Eingeweidesacks entspringt und das Thier an die Schale befestigt. Das Thier bewohnt nur die letzte Kammer, die es mit zunehmendem Wachsthum vergrößert und nach hinten mit einer neuen Scheidewand abschließt; die übrige Schale mit den leeren Kammern dient offenbar als Gegengewicht, als Schwimmblase.

Innere Schalen finden sich bei vielen wenigstens angedeutet, bei andern sehr ausgebildet in der Dicke der Haut in eigenen Säcken gelagert und oft von sehr complicirter Structur. Die einen gleichen den geklammerten Schalen der Nautilen (Spirula), die andern sind mehr oder minder breite, im Rücken gelagerte Schulpen, bald nur hornartig (Loligo), bald aus Kalkgewebe aufgebaut (Sepia). Die höchste Vollendung bieten diese innern Schalen in den fossilen Belemniten.

Außer den verschiedenen Schalenstücken besitzen die Kopffüßler ein besonderes inneres Skelet, welches stets aus Knorpelstücken besteht und hauptsächlich zur Deckung des Gehirns und der Sinnesorgane bestimmt ist. Die Hauptmasse dieses innern Skelets wird von einem Kopfknorpel gebildet, der rund um den Schlund herumliegt und als ein hohler Ring erscheint. Auf der Rückenseite schließt dieser Ring das Gehirn und die Gehörorgane ein und nach der Seite schickt er zwei becherartige Fortsätze aus, welche den innern Theil des Augapfels in ähnlicher Weise umfassen, wie der Fruchtbecher die Eichel. Gestalt und Ausbildung der einzelnen Theile dieses Kopfknorpels weichen bei den einzelnen Gattungen ziemlich voneinander ab, indem bald der Rückentheil des Hohlringes nicht ganz geschlossen, bald der Bauchtheil mehr entwickelt ist und die Augenbecher dann gänzlich fehlen. Außer diesem Kopfknorpel, der durch seine Bestimmung vollkommen dem knorpeligen Schädel mancher Wirbelthiere entspricht, findet man nur bei einzelnen Gattungen, bald in der Rückenseite des Mantels, bald an dem Trichter, bald an der Basis der Arme, vereinzelte Knorpelstücke von geringerer Bedeutung, die besonders zur Herstellung fester Punkte für die Wirkung der Muskeln dienen.

Die Bewegungsorgane der Kopffüßler besitzen förmliche Muskeln, die sich in einzelne, wohlgeordnete Bündel trennen lassen und hauptsächlich im Mantel und den Armen entwickelt sind. Der Mantel ist seiner Hauptmasse nach aus Ringfasern gebildet, wodurch besonders die Kiemenhöhle sehr kräftig zusammengezogen und das in ihr befindliche Wasser mit einiger Gewalt herausgepreßt werden kann. Der Trichter, welcher über dem Kiemensacke steht und dessen Wandungen ebenfalls sehr fleischig sind und eigene Muskeln besitzen, kann sich ebenso kräftig zusammenziehen. Er scheint aus der Umwandlung des Fußes der Schnecken hervorgegangen zu sein. Auf diesem Apparate beruht hauptsächlich das Schwimmen der Kopffüßler. Sie öffnen die Mantelspalte, welche in die Kiemenhöhle führt, dehnen diese letztere [illegible] füllen sie gänzlich mit Wasser; sodaß [illegible] hen, pressen sie durch Zusammenziehung [illegible] keln die beiden Lippen der Mantelspalte [illegible] sodaß nur die Oeffnung des Trichters [illegible] des Wassers offen bleibt, und indem [illegible] kräftige Zusammenziehung des Mantels [illegible] durch die enge Oeffnung des Trichters [illegible] im Strahle ausspritzen, wird der Körper [illegible] Rückprall rückwärts fortbewegt. Die Arme [illegible] men also alle rückwärts, die hintere Seite [illegible] geweidesacks voran, und sie sind meist [illegible] Schwimmer, je spitzer und langgestreckt [illegible] und je weiter ihre Kiemenhöhle ist. [illegible] gung werden viele von ihnen unterstützt [illegible] seitliche Hautlappen oder Flossen, welche [illegible] hinten am Körper in Dreiecksform, bald [illegible] Mitte zu angebracht sind und offenbar [illegible] haltung des Körpers in horizontaler [illegible] stimmt sind.

Die zwei im Kreise um den Mund [illegible] doch symmetrisch zu beiden Seiten [illegible] welche zum Auklammern, Kriechen, [illegible] Beute bestimmt sind, bestehen aus einem [illegible] Cylinder, außen aus Ringmuskeln, innen [illegible] muskeln gebildet, durch dessen Achse [illegible] Nerven in die Höhe steigen. Es sind [illegible] zwei verschiedenen Typen gestaltet und [illegible] artiger Weise bewaffnet. Bei den Schnecken [illegible] sind die Arme in großer Anzahl vorhanden [illegible] stehen aus kurzen geringelten Fäden, [illegible] dig in die Basis des Arms zurückgezogen [illegible] nen und außerdem noch büschelweise [illegible] schigen Deckel sich bergen, dessen äußere [illegible] es scheint, auch zum Kriechen benutzt [illegible] Bei den übrigen Kopffüßlern sind die Arme [illegible] fachen oder doppelten Reihen von Saugnäpfen [illegible] rer innern, dem Munde zugewandten [illegible] womit sich die Thiere äußerst fest [illegible] Jeder Saugnapf bildet einen rundlichen [illegible] bald unmittelbar, bald mittels eines [illegible] ten Stiels auf der innern Armfläche [illegible] Becher selbst ist in seiner Wandung [illegible] und strahlig gestellten Muskelfasern gebildet [illegible] Mündung meist mit einer hornigen [illegible] die in der Mitte ein Loch hat, in welches [illegible] ger Wulst des Bechergrundes eingeschoben [illegible] Stempel nach dem Anpassen des Saugnapfes [illegible] rückgezogen werden kann. Jeder Saugnapf [illegible] diese Weise einen Schröpfkopf, in welchem [illegible] Raum in ähnlicher Weise hergestellt wird [illegible] Pumpe oder Spritze durch Aufziehen [illegible] Bei vielen Gattungen sind an dem Rande [illegible] napfes hornige Zähnchen entwickelt, und [illegible] ist der innere Wulst, welcher aus der [illegible] Saugnapfes hervorschaut, mit einem [illegible] besetzt. Dieser Haken entwickelt sich [illegible] während der Wall des Saugnapfes, der [illegible] zurücksinkt, und es erscheint dann der Arm [illegible] mehrern Reihen von Krallen bewaffnet. [illegible] Familie sind nicht alle Arme gleichmäßig [illegible] sondern zwei derselben sehr lang und [illegible] Spitze verbreitert und mit Saugnäpfen [illegible] rend ihre Stiele vollkommen glatt und [illegible] können diese Arme meistens in eigenen [illegible] zu beiden Seiten des Körpers angebracht [illegible] gezogen werden.

Das Nervensystem der Kopffüßler [illegible] sehr hohen Grad der Ausbildung. [illegible] ten Knorpelring eingeschlossen, umgiebt [illegible]

und und kann hier in zwei Hauptmassen, ein
und einen untern Theil, unterschieden werden.
e Markmasse, welche etwas unbedeutender ist,
nur wenige feine Nerven zu den Mundtheilen,
die untere Nervenmasse die dicken Sehnerven,
chs- und Gehörnerven, sowie sämmtliche Ner-
en Armen, dem Mantel und den Eingeweiden
. Die Armnerven erscheinen in ihrer ganzen
einzelne Knoten angeschwollen, deren jeder
augnapfe entspricht und in diesen feine Ner-
sendet. Die beiden seitlichen Mantelnerven
ebenfalls am Eingange der Kiemenhöhle zu
deutenden Ganglion an, das nach allen Sei-
en ausstrahlen läßt und unmittelbar unter der
gt, sodaß man es sehr leicht erkennt, sobald
die Kiemenhöhle aufgeschnitten hat.

Nervensysteme entsprechend, sind die Sinnes-
ausgebildet. Wenn die mit Saugnäpfen und
esetzten Arme vieler Gattungen weniger zum
eeignet erscheinen dürften, so haben doch ge-
einziehbaren Fäden auf dem Kopfe der Perl-
sen Zweck, für den sie ganz geeignet erschei-
ie Augen sind bei den meisten Kopffüßlern
entlich entwickelt, sie stehen, wie schon erwähnt,
Seiten des Kopfes, meist mit ihrem Grunde
kapselartigen Verlängerung des Kopfknorpels
t und zeigen eine äußerst zusammengesetzte
, auf die wir hier nicht näher eingehen kön-
ie Gehörwerkzeuge der Kopffüßler bestehen
m birnförmigen Säckchen, welches einen unre-
en, aus einzelnen Krystallen zusammengesetzten
enthält und in zwei rundlichen Höhlen einge-
iegt, die in der untern Hälfte des Kopfknor-
gehöhlt sind. Außerdem finden sich an der
Fläche des Kopfes, neben den Augen, zwei
von Hautwülsten umgeben, aus deren Grunde
weißes Wärzchen erhebt, das offenbar als das
diment eines Riechorgans angesehen werden
Da nun außerdem noch in dem Eingange der
hle ein fleischiger Vorsprung sich befindet, der
bedeutende Nerven erhält und auf seiner Ober-
it weichen Zotten besetzt ist, also sicher die Be-
einer Zunge hat, so sind die Kopffüßler mit
ien Sinnen ausgestattet, welche auch die höch-
belthiere besitzen.

Verdauungsorgane der Kopffüßler beginnen
r kreisförmigen, von einer gefransten Lippe
en Mundöffnung, hinter welcher unmittelbar
er muskulöser Schlundkopf angebracht ist, der
i gekrümmten, einem Papagaischnabel nicht
h sehenden Hornkiefern bewaffnet ist. Diese
ehen nicht horizontal, wie bei den Gliederthieren,
senkrecht einander gegenüber, und bestehen
s zwei flügelartigen Seitenästen, die sich vorn
hakenförmig umgebogenen Spitze vereinigen.
assen so ineinander, daß bei dem Schließen
en Kiefer der Oberkiefer den Unterkiefer um-
wischen den Aesten des Unterkiefers liegt die
äußerst nervenreiche Zungenwarze. Von dem
en Schlundkopfe, welcher die Bewegungen der
ermittelt, steigt nun ein dünner Schlund nach
den Eingeweidesack, wo er zuweilen in eine
nagen oder Kropf anschwillt, in andern Fällen
ne Erweiterung bis zu dem breiten muskulösen
ade sich fortsetzt. Der Magen bildet einen
k, aus welchem der Darmkanal in der Richtung
rn hervorgeht und bald nach seinem Austritt
nen Blindsack absendet, der zuweilen spiralig
en erscheint. Nach Abgabe dieses Blindsacks
er ziemlich enge, dünnhäutige Darmkanal meist
in gerader Linie nach vorn in die Höhe und öffnet sich in dem Grunde des Trichters mit einem meist fransig begrenzten After nach außen. Die Drüsenorgane, welche an diesem Darmkanale sich befinden, sind ungemein groß und zahlreich, denn meist sind zwei Paar von Speicheldrüsen entwickelt, wovon das eine am Schlundkopfe, das andere am Kropfe liegt, und außerdem eine Leber, die zuweilen in mehrere Abtheilungen zerfällt und von einer besondern Kapsel umgeben ist.

Die Athmung geschieht bei den Kopffüßlern durch Kiemen, welche in der Mantelhöhle zu beiden Seiten hervortreten und aus krausigen Blättchen bestehen, die mit ihrer Basis aufgewachsen sind, mit dem gekrausten Rande aber frei hervorstehen. Bei den gewöhnlichen Kopffüßlern findet sich nur eine Kieme auf jeder Seite, bei den Perlbooten dagegen zwei unmittelbar untereinander, also vier im ganzen. An der Basis einer jeden Kieme liegt ein weiter pulsirender Sack, ein Kiemenherz, welcher das von den Kiemen zurückkehrende Blut, das blaßgelb oder violett gefärbt ist, in das in der Mitte gelegene Herz treibt. Dieses bildet einen bald runden, bald mehr länglichen Schlauch, von dem aus ein großes Hauptgefäß längs des Magens und Schlundes nach dem Kopfe zu verläuft, das auf seinem Wege Leber, Magen und Schlund und den ganzen Kopf mit Zweigen versieht. Eine kleinere untere Arterie versorgt die übrigen Eingeweide. Das Blut, welches durch diese Gefäße vom Herzen weggetrieben wird, sammelt sich in einzelnen Räumen des Körpers und selbst in der Eingeweidehöhle an und geht dann in rückführende Gefäße über, welche endlich eine große Mittelvene bilden, die neben der Aorta herläuft und sich im Grunde des Eingeweidesacks in zwei seitliche Aeste theilt, welche das Blut nach beiden Seiten hin zu den Kiemen führen. Es ist also auch bei diesen Thieren der Kreislauf nicht vollständig geschlossen, sondern statt eines Haargefäßsystems zwischen den Arterien und Venen ein System von Räumen eingeschoben, die, wie es scheint, wandungslos sind und zwischen den Organen sich hinziehen.

Außer den erwähnten Organen besitzen die Kopffüßler noch zwei höchst eigenthümliche Absonderungsorgane, von welchen das eine durch seinen Inhalt sogar für die Versteinerungen Wichtigkeit erlangt hat. Die beiden Hohlvenen, welche das Blut nach den Kiemen hinführen, sind mit eigenthümlichen zottigen oder schwammigen Knollen besetzt, welche Hohlräume bilden, auf deren Außenfläche die Absonderung geschieht. Die abgesonderte Masse enthält Harnstoff und Harnsäure; es müssen deshalb diese schwammigen Venenkörper gewiß als Nieren angesehen werden. Außerdem liegt aber in einem gemeinschaftlichen Sacke mit der Leber ein birnförmiger Beutel, dessen kurzer Ausführungsgang unmittelbar neben dem After in den Trichter mündet und der stets mit einer bräunlich-schwarzen Flüssigkeit erfüllt ist, welche durch den Trichter entleert werden kann und das Wasser in weitem Umfange dunkel färbt. Es findet diese braunschwärzliche Masse als Farbstoff, besonders in der Malerei vielfache Anwendung und ist unter dem Namen Sepia bekannt. Bei fossilen Körpern hat man häufig diesen Tintenbeutel mit seinem schwarzen Inhalte vollkommen wohl erhalten gefunden und daraus bedeutende Schlüsse für die räthselhafte Natur mancher Körper entnehmen können.

Alle Kopffüßler sind getrennten Geschlechts und pflanzen sich nur durch befruchtete Eier fort; während aber bei vielen Gattungen dieser Klasse Männchen und Weibchen genau dieselbe Gestalt zeigen und sich erst

durch die Untersuchung ihrer innern Geschlechtstheile oder ihrer Arme voneinander unterscheiden lassen, kommt bei andern Gattungen eine ziemlich bedeutende Verschiedenheit in Form und Größe der Männchen und Weibchen vor. Der Bau der Geschlechtstheile ist folgender: bei den Weibchen findet sich ein einziger, einfacher, rundlicher, im Grunde der Eingeweidehöhle gelegener Eierstock, der von einer derben sehnigen Hülle eingeschlossen ist, welche sich unmittelbar in die Eileiter fortsetzt. In dem Eierstocke wachsen die Eier zu einer solchen Größe heran, daß endlich bei den reifen Eiern das ganze Eierstocksgewebe nur noch dünne, häutige, gefäßreiche Kapselüberzüge über die Eier bildet, welche später platzen und die reifen Eier in den Eileiter übertreten lassen, der entweder einfach oder doppelt ist und gewöhnlich im Grunde des Trichters ausmündet, wo er meist von einer Drüse umgeben ist. Außer dieser Eileiterdrüse kommen bei den meisten Kopffüßlern noch eigenthümliche Nebendrüsen oder Nestdrüsen vor, welche ebenfalls in den Trichter einmünden und wahrscheinlich den Stoff zu den einzelnen Hüllen bilden, von welchen die gelegten Eier umgeben sind. Die Eier selbst nämlich haben meist eine mit netzartigen, nach innen vorspringenden Falten versehene Dotterhaut und stecken selbst wieder in einer hornigen Schale, die zuweilen schwärzlich gefärbt ist. Viele solcher Eier werden nun von den einzelnen Gattungen wieder in eigenthümlich charakteristischer Weise zu Massen vereinigt. So bilden die gewöhnlichen Tintenfische birnähnliche Flaschen, welche traubenartig zusammengehäuft an Meerpflanzen angeheftet werden und unter dem Namen Meertrauben bekannt sind. Die Kalmare erzeugen lange Stränge, die zusammengeklebte Haufen bilden. Die Papierboote spinnen an jedem Ei einen langen Faden aus, den sie mit denen der andern Eier zusammenwickeln und so einen traubenartigen Haufen bilden, welchen sie an ihrer Schale angeheftet mit sich herumtragen.

Die männlichen Geschlechtsorgane sind aus einem einfachen Hoden gebildet, welcher an der Stelle des Eierstocks liegt und aus einer Menge verästelter Drüsenschläuche besteht, die sich in einer mittlern Höhle vereinigen. Die Samenmasse gelangt von hier aus durch einen vielfach gewundenen Samenleiter und eine gewundene Samenblase in einen weiten, mit Längsfalten versehenen Samensack, die sogenannte Needham'sche Tasche, aus welcher ein schlauchförmiger Ausführungsgang, der in der Mantelhöhle frei hervorsteht, die Samenmasse nach außen leitet. Diese selbst ist indeß bei den meisten Kopffüßlern in höchst eigenthümlicher Weise gebildet. Die ganze Samenmasse besteht nämlich in der erwähnten Needham'schen Tasche aus eigenthümlichen großen cylindrischen Schläuchen, Spermatophoren oder Samenmaschinen, welche einen sehr sonderbaren Bau haben. Jeder Schlauch stellt ein glashelles Rohr dar, in dessen hinterm Ende eine sehr zarthäutige Blase voll Samenthiere sich befindet, die auf einem meist spiralförmig gedrehten Bande ruht, welches bis an das Vorderende des Schlauchs verläuft und hier von einer eigenthümlichen Masse, einem Schleuderstoffe, umgeben ist, welcher durch Einsaugung von Wasser außerordentlich anschwillt. Sobald diese Samenschläuche aus der Needham'schen Tasche, in der sie dicht gedrängt nebeneinanderliegen, in das Wasser kommen, so saugt der glashelle Schlauch Wasser ein, schwillt an seinem Vorderende auf und platzt endlich, wobei die innere Schwellmasse herausgeschleudert wird und an dem spiraligen Bande das mit Samenthierchen gefüllte Säckchen aus dem Schlauche herauszieht. Bei allen männlichen Kraken findet sich ein Arm (bei Sepia, Loligo u. s. w., der vierte links, bei Octopus und andern der dritte rechts) besonders an der Spitze umgewandelt, erhält Saugnäpfe in quergestellte Papillen, das Ende löffelförmig ausgehöhlt; diese Arme hectocotylisirt genannt. Bei Tintenfischen (Tremoctopus) wird das Ende und bei Argonauta sehr klein und schwindet, wird der hectocotylisirte Arm außerordentlich gestaltet. Er bildet sich in einer Hautfalte besondere Saugnäpfe und einen Beutel mit langem, peitschenförmigem Anhang und endlich bei der Begattung, wo er offenbar Samenmaschinen wird, los, um in den Eierstock der Weibchen noch längere Zeit selbstständig zu bleiben. Hier traf man solche losgelöste Arme und hielt sie für Eingeweidewürmer und nannte sie cotylus.

Die Entwickelung des Eies beginnt mit der Furchung an einem Pole, wo sich aus den Zellen die erste Embryonalanlage zusammensetzt. Embryonaltheil breitet sich allmählich aus, die einzelnen Zellen legen sich zusammen und scheinen nun nach und nach die verschiedenen Theile des Embryos, zuerst in der Form von Scheiben zwar in der Lagerung, daß der Kopftheil des Embryos dem Dotter zugewendet, das Hinterende des Bauchsacks von ihm abgewendet erscheint, ser auch vor den übrigen Theilen sich bildet. Anfangs sitzt der Embryo gleichsam wie eine Scheibe auf dem Dotter auf, der noch mäßig groß ist, dann hebt er sich mehr und Eingeweidesack erhält allmählich seine bleibende Gestalt. Eine vom Embryo ausgehende Haut umwächst allmählich den Dotter und bildet einen Dottersack. Während der Dotter kleiner wird und der Embryo stets mehr an Größe auswächst, bleibt die gegenseitige Lagerung der beiden Theile stets dieselbe. Der Embryo liegt seinen nun hervorgesproßten Armen den Dotter seinem Kopfe gegenüberliegt. Der Dottersack kommt keiner Zeit des Embryonallebens mit irgendwelchen des Darmkanals in Verbindung; er bildet einen für sich abgeschlossenen Sack, dessen Stiel erst mit dem Munde in die Leibeshöhle eindringt.

Die Entwickelung der einzelnen Organe ist großer Genauigkeit verfolgt worden. Zuerst der Mantel in der Mitte, als ein flacher Wulst, dessen beiden Seiten die später zusammenwachsenden Hälften des Trichters und nach vorn zu zuerst als zwei schmale Wülste sich erkennen lassen. Es sich nun der Mantel vom Dotter abhebt, nacheinander die verschiedenen Paare der Kiemen flache, unbedeutende Höcker, Mund und Augen nander gegenüberstehenden Stellen noch dicht Dotter aufliegend, die Kiemen mit ihren Blättern und den dazwischenliegenden Aortenbogen, zugleich vom Embryo ausgehende Umhüllung ters denselben mehr und mehr umwächst. Der ist jetzt noch immer vier- bis fünfmal größer Dotter, flimmert auf seiner ganzen Oberfläche dreht sich bei denjenigen Gattungen, die Eiweiß und ein kleiner Dotter vorhanden, bei den andern weder Kraft noch Stoff diese Umwälzungen zu bewirken. Alle Organe bilden sich nun mehr und mehr aus, namentlich der Bauchtheil des Embryos, Mißverhältniß gegen den Kopf ausgleicht, Dotter allmählich ganz schwindet.

Alle Kraken leben im Meere und sind Raubthiere, die sich vorzugsweise von Fischen

r wieder besonders von Walthieren gejagt Die Pottfische scheinen nur von Cephalopoden Die Arten mit sackförmigem Körper leben an den Küsten, die Kalmare (Loliginden) gestreckten Körper häufig auf offener See. iesige Arten, von welchen von Zeit zu Zeit olar in die Nähe des Landes kommt, wie erst s bei Boston, Arten, die Arme von 30 ige haben. Man benutzt besonders die almare als Speise, den Farbstoff des Tinten- ls Farbe (Sepia) und die Schulpen als fast hlensauren Kalk (Os sepiae).

tzigen Kraken sind nur die letzten Repräsen- iner außerordentlich zahlreichen Reihe von welche von den ältesten Zeiten der Erdge- n existiren.

ng der Zweikiemer (Dibranchiata).

Kiemen in der Mantelhöhle; acht gleiche Arme, zu welchen bei eini- h zwei verschieden gestaltete längere ommen, mit Saugnäpfen oder Haken iet; ganzer Trichter und Tintenbeu- ende Augen.

ausnahme der Schiffsboote, begreift diese Ord- e jetzt lebenden Kraken in sich.

octopoda. Achtarmige Kraken.

neist gleich gebaute und in ihrer Länge wenig ne Arme umstehen den Mund und sind mit Saugnäpfen ohne Horuring in doppelten oder Reihen versehen. Die Arme sind an ihrer urch eine Verbindungshaut miteinander zu- eheftet, die zuweilen fast bis zur Spitze der ht. Die Augen sind verhältnißmäßig kleiner den Zehnfüßern und können durch ein rund- ugenlid geschlossen werden. Der Körper ist sack- oder beutelförmig und hat keine innere , meist auch keine Flossen. Sie sind Küsten-

ie der Pulpen (Octopida). Der Mantel- itzt keinen Schließapparat und ist in der Mit- nnen durch einen Muskel an den Eingeweide- stigt. Bei dem Männchen nur hectocotylisirte im dritten Paare), die sich niemals loslösen. die an allen europäischen Küsten häufigen (Octopus), die der fabelhaften Pieuvre zu liegen, mit zwei Reihen von Saugnäpfen auf langen Armen; der besonders im Mittelmeer ende Moschuspulpe (Eledone moschata, Fig. 23), mit nur einer Reihe von Saugnäpfen chusartigem Geruch, und die abweichenden Cir- tis im Nordmeere, wo die Verbindungshaut Spitze der Arme geht, sodaß dieser Apparat chirm darstellt, mit innerer Schulpe und seit- ilossen.

ie der Armpulpen (Philonexida). Mantel- it Schließapparat, Mantel nicht an dem Ein- ad befestigt, Wasserporen am Kopfe. Der em der rechten oder linken Seite löst sich beim en, das zuweilen verkümmert ist, als wahrer ylus ab. Meist gute Schwimmer. Hierher außer einigen kleinen, den gewöhnlichen Pulpen n Gattungen (Philonexis, Tremoctopus), das r oder Perlboot (Argonauta argo, Fig. 25). ännchen sind sehr klein, verkümmert, schalenlos nem kleinen Pulpen bis auf den Hectocotylus- mlich; bei den Weibchen ist der Körper in einer nmerten, wenig gebogenen Schale eingeschlossen, welche von der äußern Fläche der Arme abgesondert wird, wovon zwei zu diesem Endzwecke flügelartig erweitert sind und die Schale umklammern. Das Thier gebraucht indeß die Arme nicht wie Segel, wie man oft erzählt hat, um auf der Oberfläche des Wassers einherzuschiffen, sondern es schwimmt ganz wie andere Kopffüßler durch Einziehen von Wasser und Ausstoßen desselben aus dem Trichter.

Decapoda. Zehnarmige Kraken.

Der meist längliche Körper trägt am Rande zwei horizontal gestellte, mehr oder minder ausgebildete Hautflossen; Trichter und Mantelrand besitzen einen sehr ausgebildeten Schließapparat; außer acht gleich langen, aber meist kurzen Armen existiren noch zwei lange, in besondere Scheiden zurückziehbare Faugarme, die erst gegen das Ende hin verbreitert und mit Saugnäpfen oder Haken versehen und zwischen das dritte und vierte Fußpaar gestellt sind; die Saugnäpfe sind gestielt und mit Hornringen versehen; die Augen sehr groß, ohne kreisförmiges Augenlid; meist ist eine innere Schale vorhanden. Zu dieser Gruppe gehörten die Thiere, von welchen die unter den Namen der Belemniten oder Donnerkeile bekannten Versteinerungen stammen.

Außer den in südlichen Meeren vorkommenden Posthörnchen (Spirulida), deren Schale derjenigen der Schiffsboote insofern ähnelt, als sie gekammert ist, und den auf hoher See vorkommenden langgestreckten Lochaugen (Oigopsida), bei welchen die Hornhaut des Auges weit durchbohrt und die Linse unbedeckt ist, erwähnen wir besonders der Tintenfische (Sepida), deren Körper bald mehr langgestreckt ist, wie bei den Kalmaren (Loligo), bald breiter mit ganzrandiger Flosse, wie bei der abgebildeten Art (Tintenfisch, Sepia officinalis, Taf. 30, Fig. 24), die besonders häufig im Mittelmeere vorkommt und einen gewaltig großen Tintenbeutel besitzt, welcher die Grundlage der bekannten Farbe bildet. Die Schulpe dient gepulvert als neutralisirendes Mittel z. B. bei Magensäure, und zum Abschleifen feiner Gegenstände.

Ordnung der Vierkiemer (Tetrabranchiata).

Vier Kiemen; die Arme in zahlreiche, zurückziehbare Tentakeln aufgelöst; der Trichter gespalten; eine vielkammerige Schale; kein Tintenbeutel.

Die letzte Kammer der Schale dient den Thieren allein zur Wohnung. Bei zunehmendem Wachsthum vergrößert dieses seine Schale nach vorn, läßt aber zugleich nach hinten eine Strecke der Schale, welche ihm zu eng geworden ist, frei und bildet sich eine neue Scheidewand, welche die Wohnkammer nach hinten abschließt. Die Structur dieser Scheidewände selbst ist sehr mannichfaltig. Bei dem lebenden Schiffsboote, und der ganzen Familie der Schiffsboote (Nautilida) überhaupt, sind diese Scheidewände einfach ausgeschweift und ihre Convexität nach hinten, ihre hohle Seite nach der Mündung der Schale hin gerichtet. Bei den geraden Schalen, welche besonders in den Uebergangsgebirgen vorkommen, gleicht deshalb das ganze Gehäuse einer Reihe aufeinandergesetzter Unterschalen von Tassen, die allmählich an Größe zunehmen. Bei der gänzlich ausgestorbenen Familie der Ammonshörner (Ammonitida) dagegen sind die Ränder der Scheidewände mehr oder minder eingebogen und oft vielfältig ausgezackt, sodaß man an den versteinerten Schalen, wo meistens die dünne Schale fehlt und nur der Steinkern vorhanden ist, diese Scheidewände als

mannichfach verzweigte Figuren auf der Außenfläche erblickt.

Eine zweite Eigenthümlichkeit dieser gekammerten Schalen ist, wie schon oben bemerkt, die Existenz eines Sipho, einer mehr oder minder unterbrochenen Röhre, welche durch alle Kammern der Schale sich fortsetzt, oft aber auch nur aus einzelnen Löchern besteht, welche die Scheidewände an correspondirenden Stellen durchbohren. Durch diese Röhre oder durch die entsprechenden Löcher erstreckt sich ein sehniger Strang, welcher das Thier an der Schale befestigt. Bei dem lebenden Schiffsboote, sowie bei den fossilen verwandten Gattungen liegt der Sipho in der Mitte, bei andern oft ganz an dem äußern oder innern Rande der Schale.

Der Kopffüßler selbst, welcher diese Schalen bewohnt, hat eine kurze cylindrische Gestalt und ist größtentheils von seinem sackförmigen Mantel eingeschlossen, der sich überall genau an der letzten Kammer der Schale anlegt. (Schiffsboot, Nautilus pompilius, Taf. 30, Fig. 26. Die Zeichnung ist in der Weise gemacht, daß man die Schale im Durchschnitt und das in der Wohnkammer befindliche Thier von der rechten Seite in unverletztem Zustande sieht.)

Das Thier liegt so in dieser Kammer, daß seine Rückenseite der Spindel, seine Bauchseite dem äußern Rande der Schale zugekehrt ist. Der Mantel bildet nach hinten einen Fortsatz, welcher auf der Windung der Schale aufliegt, und zeigt auf der Rückseite einen breiten, dreieckigen Flügellappen, welcher theils zum Schluß der Schale, theils auch zum Kriechen zu dienen scheint. Auf der Bauchseite liegt der der Länge nach gespaltene Trichter, und zwischen ihm und dem sogenannten Fuße eine Menge von Armen, welche keine Saugnäpfe tragen, sondern schwach geringelt sind und in eine Scheide zurückgezogen werden können. Zwischen diesen Fühlfäden liegt der mit zwei hornigen Kiefern bewaffnete Mund, und unter ihnen auf jeder Seite ein großes gestieltes Auge. Außer vielen andern Eigenthümlichkeiten in der Anatomie dieses Thiers zeigt sich besonders die, daß auf jeder Seite zwei Kiemen vorhanden sind, welche ein einziges Arterienherz speisen, und daß der Tintenbeutel, welcher die übrigen Kopffüßler so auszeichnet, hier gänzlich fehlt.

Wir theilen die Ordnung der Vierkiemer in zwei Familien. Diejenige der Schiffsboote (Nautilida) besitzt eine einfache ausgeschweifte, höchstens Sförmig oder in einfachem Zickzack gebogene Scheidewände und sehr verschieden aufgerollte Schalen. Sie setzen sich von den ältesten Schichten an bis in die neueste Zeit fort, wo der einzige Repräsentant in der Südsee meist nur auf hohem Meere vorkommt. Die leeren Kammern der Schale, welche bei allen diesen Thieren sehr dünn war, dienen offenbar wie eine feste Schwimmblase, zur Erleichterung des specifischen Gewichts des Thiers. In den ältesten Schichten kommen Nautiliden vor, welche vollkommen gerade sind und keine Spur von Aufrollung zeigen, während andere die seltsamsten, abnormen Formen verschiedener Windung erkennen lassen.

Die Familie der Ammonshörner (Ammonitida) unterscheidet sich von der vorigen durch eingebogene und gezackte Scheidewände, welche entweder in Zickzacklinien geknickt oder gänzlich ausgezackt und sogar wie eine Krause gefaltet erscheinen. Der Sipho liegt bei ihnen stets an dem Außenrande der Schale, während er bei der Familie der Schiffsboote in der Mitte oder dem Innenrande nahe liegt. Die Ammonshörner sind gänzlich ausgestorben, kommen dagegen in den ältern Schichten außerordentlich zahlreich vor und zeigen gewissermaßen eine umgekehrte Geschichte wie die Schiffsboote. Die ältesten Ammonshörner [illegible] der Kreide, mit welcher diese Familie [illegible] sind alle in einer Ebene gewunden [illegible] Humphresianus aus dem Jura, [illegible] von vorn; Taf. 30, Fig. 27), während [illegible] selbst sich alle jene Formen von gerade [illegible] halbgewundenen, halenförmig gebogenen [illegible] ceras Matheronianus aus der Kreide. [illegible] Schalen vorfinden, welche bei den Schiffsboot[illegible] ältesten Geschichte sich zeigten und sogar [illegible] förmig gewundene Formen (Turrilites [illegible] der Kreide; Fig. 30) vorkommen. Man [illegible] sen Formen der Aufrollung, sowie [illegible] der Scheidewände verschiedene große [illegible] schieden, und es ist hier allerdings [illegible] den ältern Schichten bis zum Muschelkalk [illegible] Ammonshörner vorkommen, welche sich [illegible] gene, ungezähnelte Scheidewände haben [illegible] daß bei vielen im Muschelkalke vorkommenden (Ceratites nodosus aus dem Muschelkalk) [illegible] Seite und vom Rücken aus; Fig. 28) [illegible] hinten ausgebogenen Lappen der Scheidewände [illegible] man die Loben genannt hat, gezähnelt, [illegible] gerichteten (die Sättel) hingegen glatt [illegible] bei denjenigen Gattungen, welche vom [illegible] aufwärts in den Schichten des Jura [illegible] gefunden werden, alle Ausbiegungen der [illegible] Sättel und Loben durchaus gezähnelt [illegible]

Klasse der Bauchfüßer oder Schnecken [illegible]

(Tafel 30, Figur 31 bis 40 und Tafel 31, Figur [illegible])

Bilateral symmetrische Weichthiere [illegible] häufig spiralig aufrollen und [illegible] sprüngliche Symmetrie verlieren. [illegible] meist deutlich getrennt und dann [illegible] Fühler tragend. Eine fleischige, [illegible] Bauchseite entwickelte Muskelmasse [illegible] dient als Bewegungsorgan. In der [illegible] stets eine Schale, welche aber in [illegible] weilen abgeworfen wird; einfach, [illegible] gekammert oder der Länge nach in [illegible] getheilt. Mantel zusammenhängend, [illegible] spalten.

Die Haut der Schnecken ist im allgemeinen lederartig und mit einer schlüpfrigen Oberhaut [illegible] zogen, welche besonders an den zur Bewegung [illegible] den Stellen mit Wimperhaaren besetzt [illegible] einigen im Meer lebenden Schnecken ist die [illegible] aller Derbheit und Festigkeit, glashell [illegible] entbehrt dann auch jener Schleimabsonderung [illegible] den übrigen in so reichem Maße vorkommen. [illegible] meisten Schnecken bildet die den Körper [illegible] schließende Haut eine Falte im Nacken, [illegible] Zurückziehen des Körpers wie eine Kapuze [illegible] Kopf weggeschoben werden kann, vor dem [illegible] zusammenschließt. Meistens finden sich in der [illegible] welche durch diese Kapuze gebildet wird, [illegible] organe, sowie die Oeffnungen der Geschlechts- [illegible] und des Verdauungsapparats. Man [illegible] falte, welche diese Höhlung bildet, in die sie [illegible] zurückziehen kann, den Mantel genannt, [illegible] That ist es auch diese Falte und besonders [illegible] stige Rand derselben, der Mantelsaum, welcher [illegible] Kalkschale absondert, die bei den meisten Schnecken [illegible] Thier einschließt. Es befinden sich nämlich [illegible] wulstigen Mantelsaume eine Menge [illegible] schläuche in fast senkrechter Stellung, in denen [illegible] Drüsenzellen sich ein feinkörniger Kalkschleim [illegible] det, der zum Weiterbau der Schale [illegible]

Die Schale besteht aus Schichten von sogenannter Perlmuttersubstanz, auf welcher sich oft noch eine horige, rissige Außenschicht ablagert.

Die Gestalt der Schalen ist schon um deswillen äußerst wichtig, weil man zur Bestimmung der verteinerten Reste sich nur an diese halten kann. Man hat deshalb behufs der Beschreibung gewisse Kunstausdrücke angenommen, deren Kenntniß nöthig ist.

Fast alle Schnecken kommen aus dem Ei mit einer dünnen, hornartigen Schale, welche die Gestalt eines Napfes oder einer Freiheitsmütze hat. Indem nun das Thier weiter wächst und eine Seite über die andere ein gewisses Uebergewicht erhält, entsteht eine spiralförmige Drehung des Körpers, an welcher die feste Kalkröhre, welche das Thier umkleidet, ebenfalls Antheil nimmt. Die Schale erscheint also bei den meisten Schnecken spiralförmig gewunden, und da das Thier stets wächst und an Umfang zunimmt, so sind die letzten Windungen der Schale weiter als die vorhergehenden, die oft gänzlich von der letzten Windung verdeckt und eingeschlossen werden. Zuweilen erfolgt diese Windung der Schalenröhre in derselben Ebene, sodaß das Gehäuse ganz flach erscheint und in der Mitte als Anfangspunkt der ganzen Schneckenwindung die ursprüngliche, aus dem Ei mitgebrachte Schale erscheint. Die gewöhnlichen Tellerschnecken (Planorbis), welche man so häufig in allen unsern Bächen findet, liefern von dieser Anordnung ein leicht zugängliches Beispiel. In den meisten Fällen aber ist die Spirallinie um eine Achse in die Höhe gewunden und bildet so eine wahrhafte Schnecken- und Schraubenlinie; je nachdem die Form des Gehäuses hierdurch modificirt wird, nennt man dieses kreiselförmig, thurm-, spindelförmig u. s. w. Bei diesen schneckenartig gewundenen Schalen entsteht durch die Aneinanderlagerung der innern Seite eine Achse im Innern des Gewindes, welche man die Spindel (columella) nennt und die man beim Aufbrechen einer Schale, z. B. einer Weinbergsschnecke, deutlich im Innern als eine Säule gewahrt, um welche die Windungen sich herumziehen. Meistens legen sich die innern Seiten der Röhre nicht ganz vollkommen aneinander, sodaß, wenn auch eine Spindel gebildet wird, diese dennoch im Innern hohl ist und diese Höhlung sich mit einer Mündung nach außen öffnet. Man nennt diese Mündung den Nabel (umbilicus). Berühren sich die einzelnen Windungen der Schale gar nicht, wie z. B. bei den Wendeltreppen, so ist begreiflicherweise dieser Nabel verhältnißmäßig sehr weit, aber diese Weite nimmt um so mehr ab, je solider die Spindel selbst wird. So hat z. B. die gewöhnliche Weinbergsschnecke einen kaum merklichen Nabel, der noch dazu von dem umgeschlagenen Randsaume des Gehäuses fast gänzlich überdeckt wird. Die Oeffnung, durch welche das Thier aus der Schale hervorschaut, heißt die Mündung oder Mundöffnung (apertura); und man kann an derselben stets zwei Ränder unterscheiden, den äußern oder Lippenrand (labrum), welcher die Convexität der Schale bildet, und den innern oder Spindelrand (labium), welcher der Achse des Gehäuses zugewendet ist. Meist sind diese beiden Ränder scharf voneinander getrennt, indem die Oeffnung mehr oder minder länglich oder selbst spaltenartig erscheint, welches letztere namentlich dann der Fall ist, wenn, wie bei den Kegel- oder Porzellanschnecken, die letzte Windung die vorherigen einschließt, sodaß diese kaum oder gar nicht sichtbar sind. Gehäuse dieser Art hat man eingerollte Schalen genannt. In manchen Fällen indeß, wie namentlich bei den Kreiselschnecken, verschmelzen beide Ränder vollständig zu einer fast runden Oeffnung, und man sagt dann, daß das Gehäuse einen ganzen Mundsaum (peristomium) besitze. Bei vielen Schnecken ist der Mundsaum, und namentlich der äußere Lippenrand schwielig, verdickt, mit Falten und Vorsprüngen versehen, die dann beim periodischen Weiterwachsen als Leisten und Vorsprünge oder Wülste auf der Schale zurückbleiben. Es gibt namentlich einige Seeschnecken, welche von Zeit zu Zeit sich einen sehr stark wulstigen Mundsaum bilden, der dann als Ring auf den Windungen sich darstellt.

Bei den Bauchfüßern ist das wesentlichste Bewegungsorgan eine fleischige Sohle, der Fuß, welcher mit vielfach sich durchkreuzenden Fasern durchwebt und auf der Bauchseite des Thiers angebracht ist. Mittels dieses Fußes gleiten die Bauchfüßer auf den glattesten Flächen nach allen Richtungen hin, und wissen ihn auch meistens zum Schwimmen an der Oberfläche des Wassers zu gebrauchen. Durch Ausbohlung seiner Unterfläche, nachdem sie ihn vorher fest angedrückt haben, können sie auch diesen Fuß zum festen Ansaugen benutzen, und namentlich die Arten mit napfförmigen Schalen besitzen diese Fähigkeit in so hohem Grade, daß man vergebens versuchen würde, ein Seeohr oder eine Schüsselschnecke mit den bloßen Händen vom Felsen loszureißen. Beim Zurückziehen der Schnecke dient der Fuß meistens dazu, die Mündung des Gehäuses zu verstopfen, und zu diesem Endzwecke ist häufig an seinem hintern Ende ein eigener Deckel (operculum) angebracht, welcher in die Oeffnung des Gehäuses paßt und dieselbe vollständig verschließt. Dieser beständig vorhandene Deckel, welcher wesentlich mit zur Charakteristik der einzelnen Gattungen dient, hat bald eine hornige, bald eine kaltige Beschaffenheit und ist stets aus concentrischen Schichten gebildet, welche zuweilen sogar ebenfalls eine spiralige Anordnung haben. Nicht zu verwechseln mit diesem permanenten Deckel sind diejenigen vorübergehenden, aus unregelmäßiger Kalkmasse gebildeten Deckel, womit unsere Landschnecken im Winter ihr Gehäuse schließen und die mit dem Beginne des Frühjahrs beim Aufhören des Winterschlafs von ihnen selbst wieder abgestoßen werden. Gestalt und Ausbildung des Fußes sind außerordentlich verschieden und können als gute Unterscheidungszeichen benutzt werden; genauer betrachtet ist derselbe nur eine bedeutendere locale Entwickelung der Hautmuskelschicht, welche überall um den ganzen Körper der Schnecken sich vorfindet und die auch namentlich die Mantelfalte sowie die übrigen Theile des Körpers so äußerst contractil macht.

Das Nervensystem der Schnecken variirt in seiner speciellern Anordnung ungemein, bleibt sich aber darin gleich, daß stets ein Schlundring entwickelt ist, mit welchem verschiedene, in dem Körper zerstreute Ganglien in Verbindung stehen. Bei allen Schnecken, welche einen deutlichen, mit Augen und Fühlern versehenen Kopf besitzen, sind an diesem Schlundringe zwei obere, dicht aneinandergedrängte, oft in mehrere Abtheilungen getrennte, zuweilen aber auch zu einem einzigen Knoten verschmolzene Ganglien zu erkennen, welche man als Gehirn bezeichnen kann. Die untern Knoten, welche den Schlundring completiren, sowie die Verbindungsstränge zwischen den beiden Hälften zeigen eine besonders große Mannichfaltigkeit in Größe und Anordnung. Bei den Kielfüßern sind die Verbindungsstränge ähnlich wie bei den Muscheln sehr lang und die untern Knoten sehr weit nach hinten gerückt. Bei denjenigen Schnecken hingegen, wo Augen und Fühler fehlen, sind hauptsächlich nur die untern Knoten entwickelt und die obern durch einen einfachen Verbindungsstrang ersetzt, während bei manchen Arten,

wo der Fuß nur geringe Entwickelung zeigt, die untern Knoten rudimentär werden. Von den Gehirnganglien werden besonders die Sinnes- und Mundorgane, von den untern oder Fußganglien die Haut und der Fuß sowie einzelne Eingeweide versorgt. Alle Nerven entspringen aus den Ganglien selbst, niemals aus den Verbindungssträngen derselben, und außerdem findet sich noch ein aus äußerst dünnen Nerven und Knötchen zusammengesetztes Eingeweidenervensystem, welches indeß bei den meisten Gattungen sich schwer verfolgen läßt und namentlich die Verdauungsorgane sowie die Geschlechtstheile mit feinen Fäden versorgt.

Sinnesorgane sind bei den meisten Schnecken vorhanden. Besondere Taster oder Fühler sitzen fast bei allen an dem Kopfe und können meist willkürlich aus- und eingezogen werden. Es haben diese Fühlhörner oder Tentakeln die verschiedensten Gestalten, bald wie ein feiner Faden, bald wie eine Röhre, die sich wie ein Handschuhfinger aus- und einstülpt, bald wie ein zugespitztes oder eingerolltes Blatt oder wie eine breite Platte, die durch Verschmelzung der beiden Fühler im Nacken entsteht. Meist kommt nur ein Paar solcher Fühler vor. Nur unsere Landschnecken und einige Fadenschnecken haben zuweilen zwei Paar. Die Tastnerven, welche in diese Organe treten, sind verhältnißmäßig sehr dick und das Gefühl in den Organen äußerst fein. Außer ihnen dienen noch öfters besondere Mundlappen und weiche Lippen um den Mund den Schnecken zum Tasten.

Augen sind fast überall vorhanden, und zwar stets nur in der Zahl von zweien. Nur der niedersten Ordnung, den Flossenfüßern und einigen wenigen Bauchfüßern, fehlen die Sehorgane. Es sitzen dieselben entweder im Nacken oder an verschiedenen Stellen der Fühler, bald an dem Grunde, wie bei unsern Teichschnecken, bald in der halben Länge, bald auch an dem vordersten Ende der Fühler, wie bei unsern Gartenschnecken. Jeder Augapfel ist von einer festern Haut umgeben, welche nach vorn durchsichtig und bis zu dieser durchsichtigen gewölbten Stelle innen mit dunkelm Farbstoffe ausgekleidet ist. Der Sehnerv durchbohrt von hinten her die äußere Augenhaut und breitet sich auf der innern Fläche derselben zu einer Netzhaut aus, deren Höhlung von einem Glaskörper und einer Linse erfüllt wird. Die Sehnerven sind meist ziemlich voluminös, fehlen aber bei manchen Schnecken fast ganz, sodaß die Augen dem Gehirn unmittelbar aufsitzen.

Gehörorgane kommen wol allen Schnecken ohne Ausnahme zu, und trotz der niedrigen Stufe ihrer Entwickelung scheinen sie von großer Bedeutung für die Oekonomie der Thiere, da sie bei den Embryonen sehr früh erscheinen. Sie sitzen meist unmittelbar auf dem Gehirne auf oder zeigen nur einen kurzen Hörnerven, welcher nur bei einigen wenigen Kielfühlern bedeutend verlängert ist. Es bestehen diese Gehörorgane nur aus einer runden oder länglichen Kapsel, in welcher entweder ein kugelförmiger oder viele krystallinische Gehörsteinchen stecken, welche durch Wimpern in steter zitternder und wälzender Bewegung gehalten werden.

Die Verdauungswerkzeuge sind bei den meisten Schnecken in weit höherm Grade entwickelt als bei den Muscheln, und besonders zeichnen sich sehr viele durch eine starke Bewaffnung des Mundeingangs aus. Bei den meisten Schnecken findet sich ein mittlerer, in die Decke der Mundhöhle eingesenkter Kiefer, dessen Muskeln mit denen der Zunge einen starken fleischigen Schlundkopf bilden, welcher meist unmittelbar hinter der Mundöffnung liegt und sehr oft, besonders bei Meerschnecken, selbst an einem mehr oder minder langen hervorstreckbaren Rüssel angebracht ist. Zuweilen ist der Kiefer in zwei seitliche oder auch in drei Stücke, ein mittleres und zwei seitliche, zerfallen. Gewöhnlich stellt er sich als ein halbmondförmiges, mit Leisten und Vorsprüngen versehenes hartes Blatt dar, gegen welches die Zunge (Radula) gerieben werden kann. Diese besteht meistens aus einer riemenförmigen, sehr beweglichen, mit langen Muskeln versehenen Hautleiste, welche zuweilen viel länger als der Körper ist und in einer eigenen Tasche vor oder neben dem Schlundkopfe eingerollt liegt. Diese Zunge, welche ein eigentliches Greif- und Schöpforgan ist, kann meist aus dem Munde hervorgestülpt und zum Fassen und Zermalmen der Beute benutzt werden. Zu diesem Endzweck ist sie auf ihrer Außenfläche entweder mit queren gezähnelten Platten, deren Zähne in Längsreihen stehen, oder mit Reihen langer und spitzer Zähne versehen, welche zum Anspießen und Zerreiben der Beute dienen. Viele Schnecken nähren sich von Polypen, und diese kratzen meist mittels der stacheligen Zunge die Polypenstöcke förmlich ab; andere bohren Schnecken und Muschelthiere mittels ihrer scharfen Kiefer an und fressen sie aus. Die wenigsten nur ernähren sich von Pflanzenstoffen, welche sie mit Zunge und Kiefern zernagen. Die meisten sind nächtliche Thiere, welche tagsüber still sitzen und nur nachts ihrem Raube nachgehen.

Der Darmkanal, in welchen sich die so stark bewaffnete Mundhöhle fortsetzt, ist meistens sehr einfach gebildet. Eine mehr oder minder lange Speiseröhre, die meist mit Längsfalten ausgekleidet ist, führt in einen Magen, der gewöhnlich dünnwandig, bei einigen Gattungen aber sogar auf seiner innern Seite mit harten Leisten oder selbst hornigen Zähnen besetzt ist. Von hier aus windet sich ein sehr dünnwandiger Darm durch die Massen der Eingeweide, besonders der Leber, hindurch und öffnet sich meist an der rechten Seite des Körpers in der Nähe der Athemwerkzeuge. Die Stellung des Afters wechselt ganz außerordentlich. Meistens liegt er vorn auf der rechten Seite, oft unmittelbar hinter dem rechten Fühler, bei andern liegt er links, noch bei andern auf der Rücken- oder Bauchfläche, bald weiter hinten, bald näher am Kopfe. Speicheldrüsen, welche in den Schlundkopf und Zungensack münden, fehlen fast keiner Schnecke, ebenso wenig die Leberorgane, welche freilich zuweilen eigenthümlich entwickelt sind, indem der Darm eine Menge oft verzweigter Blindsäcke bildet, die zugleich Leberschläuche darstellen.

Eigentliche Athemorgane fehlen nur den wenigsten Schnecken, wo dann einzelne Stellen der Haut die Function derselben übernehmen. Im übrigen sind die Athemorgane dem Aufenthalte der Thiere entsprechend entweder in der Form von Kiemen oder auch als Lungen entwickelt. Die Kiemen bestehen aus federartig gestellten oder baumartig verästelten Blättchen, welche meistens in einer eigenthümlichen Höhle des Mantels im Nacken oder an den Seiten des Körpers verborgen sind und durch einen Schlitz oder durch ein Loch die nöthige Zufuhr erhalten. Häufig ist sogar der Zugang zu der Kiemenhöhle in eine mehr oder minder lange Röhre ausgezogen, welche in einem Ausschnitt oder in einer schuabelartigen Verlängerung des Spindelrandes der Mündung gelegen ist, sodaß, wenn auch das Thier die Oeffnung der Schale vollkommen mit seinem Deckel schließt, dennoch der Zugang zu der Kiemenhöhle durch diese Röhre oder den Ausschnitt geöffnet erscheint und die Athmung unterhalten werden kann. Die Lagerung der Kiemen wechselt außerordentlich; sehr selten nur sind sie symmetrisch auf dem hintern Theil des Rückens oder im Umkreise des Körpers

unter einer Mantelfalte angebracht. Bei den meisten liegen sie unsymmetrisch bald auf der rechten, bald auf der linken Seite, wo dann ihre Lagerung zugleich diejenige des Herzens sowie des Afters und der Geschlechtsmündung bedingt.

Die Lungen, welche sich nur bei Land- und Süßwasserschnecken vorfinden, bilden einen meist auf der rechten Seite geöffneten, gewöhnlich in der Nackengegend gelegenen Sack, dessen innere Fläche mit einem äußerst zierlichen, erhabenen Netze von Lungengefäßen überzogen ist, welche sich gewöhnlich in einen einzigen Hauptvenenstamm sammeln, der sich unmittelbar in den Vorhof des am Lungensack gelegenen Herzens ergießt. Bei unsern Garten- und Weinbergsschnecken öffnet sich dieser Lungensack unter dem Mantelwulste auf der rechten Seite, wo man sehr leicht die abwechselnde Oeffnung und Schließung des Athemloches beobachten kann.

Ein Herz ist wol bei allen Schnecken vorhanden und ebenso ein geregelter Blutkreislauf, der indessen das Eigenthümliche hat, daß entweder die ganze Venenbahn oder ein großer Theil derselben durch wandungslose Kanäle ersetzt ist und daß die Eingeweidehöhle in diesen Kreis mit eingeschlossen ist. Das Blut selbst ist farblos, opalisirend und gerinnt kaum. Das Herz besteht immer aus einer einfachen, dickwandigen, lebhaft pulsirenden Kammer mit einer einfachen oder doppelten Vorkammer, die nur äußerst dünne Wände besitzt und die beide meist in einem besondern Herzbeutel an der Basis der Kieme oder des Lungensacks, und zwar bald vor, bald hinter den Athemorganen liegen. Von der Herzkammer geht unmittelbar die große Körperschlagader aus, die sich meist nach kurzem Verlaufe in zwei Aeste trennt, von welchen der eine den Kopf und dessen Theile, der andere die mehr nach hinten gelegenen Eingeweide versorgt. Die sehr zierlichen Verzweigungen dieser Aeste lassen sich bei unsern Wegschnecken auf dem meist braunen Darme sehr leicht durch ihre milchweiße Farbe erkennen. Allmählich verlieren sich die Wandungen dieser Gefäße; das Blut strömt durch die Zwischenräume der Körperorgane durch die Eingeweidehöhle und sammelt sich dann wieder in einzelne Kanäle, welche es zu den Kiemen oder den Lungen hinleiten und von da durch die Kiemenvenen dem Herzen zuführen. Ob außer diesen Zwischenräumen noch eigene Wassergefäße den Körper und namentlich den Fuß durchziehen, ist noch nicht genauer erörtert.

Neben dem Herzen und meistens in Verbindung mit ihm einerseits und dem Mastdarm andererseits liegt fast bei allen Schnecken ein eigenthümlicher Drüsensack von blätteriger Structur, welcher offenbar eine Niere ist, da die Flüssigkeit, welche er aussondert, deutlichen Gehalt an Harnsäure erkennen läßt. Bei vielen Seeschnecken namentlich ist diese Absonderungsflüssigkeit bläulich-roth gefärbt und wurde von den alten Griechen und Römern als echter Purpur zum Färben benutzt. Merkwürdig ist die auch bei den Muscheln vorkommende Communication der Niere mit dem Herzbeutel und dadurch mit dem Herzen, wodurch Wasser aus der Niere in das Blut gepumpt werden kann, welches den Herzbeutel erfüllt.

Ungeschlechtliche Zeugung oder Parthenogenese sind bisjetzt noch nicht beobachtet worden; dagegen finden sich ebenso viele Zwitter, als Typen mit getrennten Geschlechtern. Im erstern Falle sind die Geschlechtstheile so ineinander geschoben, daß zwar die Ausführungsgänge getrennt sind und deshalb auch meist gegenseitige Begattung stattfindet, die keimbereitenden Organe dagegen, Eierstock und Hoden, eine einzige Drüse, die sogenannte Zwitterdrüse bilden. Die Eier entstehen dann in der Wand der Drüsenschläuche, die Samenelemente dagegen in der Höhlung derselben, in welche dann die Eier ebenfalls durchbrechen. Die ausführenden Organe sind meist sehr complicirt durch Samenblasen, Begattungswerkzeuge mannichfacher Art und besondere Drüsen. Die Eier, die aus hüllenlosen Dotterklumpen bestehen, sind häufig in flüssigem Eiweiß und oft sehr sonderbar gestalteten einfachen oder gemeinsamen Schalen eingeschlossen. Sie wandeln sich durch gänzliche Furchung allmählich in einen wimpernden Embryo um, der sich im Eiweiß unaufhörlich umherwälzt. Als typisch kann man eine Larvenform bezeichnen, deren Körper in eine napf- oder mützenförmige Schale eingeschlossen ist, in welche sich das Thier gänzlich zurückziehen und die es mit einem auf der Rückseite des Fußes befindlichen Deckel schließen kann. Am Kopfe trägt diese Larve zwei mit großen Wimpern besetzte Segel, mittels deren sie umherschwimmt. Selbst bei den abweichenden Formen, wie unsern Landschnecken, lassen sich solche rudimentär gewordene Segel noch nachweisen. Dagegen gibt es allerdings Formen, bei welchen die Larve gänzlich verschieden und wie bei den Würmern mit Wimperreifen versehen ist.

Unterklasse der Segelschnecken (Velata).

Larven- und Jugendzustände mit deutlichem oder rudimentärem Wimpersegel und meist auch mit einer napf- oder mützenförmigen Schale.

Ordnung der Kielfüßer (Heteropoda).

Meerschnecken mit langem Körper und Kopf und kielförmigem Ruderfuß, der in der Mitte des Leibes angebracht ist.

Die Ordnung begreift nur sehr wenige schwimmende Thiere mit glasartig durchsichtigem, aber doch sehr festem und wenig contractilem Körper, die stets getrennten Geschlechts sind. Das Schwimmorgan besteht aus einer kielartig zusammengedrückten Flosse, welche in der Mittellinie auf der Bauchseite angebracht ist. Beim Schwimmen wenden die Thiere diese Flosse nach oben, während die Rückenfläche nach unten gedreht ist. Der Kopf ist deutlich, mit mehr oder minder ausgebildeten Fühlern versehen, und trägt meistens zwei große Augen und einen langen Rüssel, an dessen vorderm Ende die mit Stacheln besetzte Zunge eingerollt liegt. Die obern Ganglien des Nervenringes sind meist bedeutend entwickelt, die untern weit nach hinten geschoben und liegen in der Nähe des Eingeweideknäuels, welcher bei den meisten Gattungen sich auf dem Rücken befindet. Die kammförmigen Kiemen liegen mit dem Herzen, der Leber und den Geschlechtswerkzeugen zusammen in diesem Knäuel. Wir unterscheiden zwei Familien. Die Atlantiden, Atlantida (Oxygyrus [Atlanta] Keraudreni, Taf. 30, Fig. 31), besitzen eine schneckenartig gewundene Schale, in welche sich das Thier vollständig zurückziehen kann. Der mit Fühlern, Augen und einem kurzen Rüssel versehene Kopf sitzt auf einem verlängerten Halse, auf dessen Bauchseite der lanzettförmige, mit einem Saugnapfe versehene Schwimmlappen und noch ein zungenförmiger Fortsatz stehen, welcher letztere einen dünnen Deckel trägt, mit dem das Thier beim Zurückziehen die Schalenöffnung verschließen kann. Die Kiemen liegen im Innern der Schale verborgen. Der trichterförmige After ragt in Gestalt einer Trompete aus der Schalenöffnung hervor.

Die Familie der Kielschnecken (Firolida) ist entweder nackt, oder hat nur eine kleine, mützenförmige Schale, welche den Eingeweidekäuel einschließt. Der Körper ist lang, oft bis zum Maße eines Fußes, spindelförmig und so durchsichtig, daß man alle Einzelheiten der Organisation bei dem unverletzten Thiere verfolgen kann. Die Thiere erscheinen schon in dem Mittelmeere zuweilen in großen Schwärmen an der Oberfläche des Meeres, doch ist ihre Schale ihrer großen Zerbrechlichkeit wegen nur selten unverletzt zu erhalten.

Die den nackten Kielschnecken angehörige Art, die wir abbilden, ist in der Stellung (Firola [Pterotrachea] coronata, Taf. 30, Fig. 32) gezeichnet, in welcher das Thier schwimmt, mit der Brustflosse, die einen Saugnapf in der Mitte trägt, nach oben. Der Rüssel ist sehr lang und im rechten Winkel gegen den Kopf gebogen. Auf der Spitze des Winkels sitzen die hoch organisirten und beweglichen Augen.

Ordnung der Plattfüßer (Platypoda).

Kopf mit Fühlern und Augen versehen; breiter Kriechfuß auf der Bauchfläche. Eigentliche Schnecken.

Unterordnung der Lungenschnecken (Pulmonata).

Zwitterschnecken mit einem auf der rechten Seite sich öffnenden Athemsacke (Lunge), welche das Land oder das süße Wasser bewohnen. Rudimentäre oder ganz fehlende Wimpersegel des Jugendzustandes, keine eigentlichen Larven.

Die Lungenhöhle liegt meist in dem Nacken des Thiers in einer ähnlichen Kammer wie die Kiemen, und öffnet sich gewöhnlich gemeinschaftlich mit dem After und den Geschlechtswerkzeugen auf der rechten Seite. Alle Lungenschnecken sind Zwitter. Fast alle haben eine Schale, die indeß bei manchen nur als ein dünnes Plättchen vorhanden ist, welches in dem Mantel selbst verborgen liegt, während die meisten sich vollständig in die Schale zurückziehen und einige selbst dieselbe mit einem Deckel verschließen können. Mit diesem Unterschiede sowie mit dem Baue der Geschlechtstheile hängen auch wesentliche Verschiedenheiten in dem Baue der Mundtheile zusammen, die gewöhnlich nur mit einem hornigen, stark gerippten Oberkiefer und einer nur kleinen Zunge bewaffnet sind.

Die Entwickelung der Lungenschnecken im Ei weicht in manchen Punkten sehr von derjenigen der Kiemenschnecken ab. Die Wimpern, welche bei diesen hauptsächlich nur an der Stelle der Kopfsegel erscheinen und dort eine so außerordentliche Länge erhalten, breiten sich hier im Anfange über den ganzen Embryo aus, und wenn sie gleich in der Stirngegend sich am kräftigsten entwickeln und so gewissermaßen einen Ersatz für die Segel bilden, so werden sie doch niemals bedeutend genug, um jene Bildung von Schwimmsegeln, wie sie bei den Kiemenschnecken vorkommt, veranschaulichen zu können. Im übrigen hat die Bildung der innern Theile viel Aehnlichkeit mit derjenigen der Kiemenschnecken, indem auch hier der Dotter sich gewissermaßen in zwei Theile theilt, von welchen der vordere den Kopf, die Sinnesorgane und den Fuß, der hintere die übrigen Eingeweide in sich entwickelt. Die Schale bildet sich sehr bald, ist anfangs napfförmig, bekommt aber dann allmählich die Windungen, welche ihr eigenthümlich sind. Eine besondere Larvenperiode machen demnach unsere Lungenschnecken nicht durch; sie verlassen das Ei in einer Gestalt, welche vollkommen derjenigen des Mutterthiers entspricht.

Eine auffallende Ausnahme von allen übrigen Weichthieren machen unsere nackten Wegschnecken. Auch hier bilden sich anfangs die beiden gegenüberstehenden Theile des Körpers aus, allein zwischen beiden bleibt ein mit großen Zellen besetzter Raum des Dotters übrig, welcher bei fortschreitender Entwickelung zu einer hellen Blase wird, die im Nacken liegt und sich durch ihre lebhaften Zusammenziehungen auszeichnet. An dem Hinterende des Leibes bildet sich zu gleicher Zeit eine andere, sehr durchsichtige Blase aus, welche ebenfalls lebhafte Zusammenziehungen macht und mit der vordern Nackenblase in Wechselwirkung steht. Diese beiden Blasen pulsiren nun abwechselnd und regelmäßig, so daß beständig die Flüssigkeit der Leibeshöhle hin und her, aus einer Blase in die andere getrieben wird. Sobald das Herz entsteht, nehmen diese beiden Blasen an Wirksamkeit ab, schrumpfen ein und verschwinden endlich spurlos.

Alle Lungenschnecken leben entweder in süßem Wasser oder auf dem Lande, und zwar meistens in feuchten Orten und Schlupfwinkeln, die sie nur bei Nacht oder bei nassem Wetter verlassen. Alle sind Pflanzenfresser und manche von ihnen durch ihre Menge und Gefräßigkeit sehr unangenehme Gäste in unsern Gärten und Feldern.

Unter den vielen, meist ausländischen Familien, welche in dieser Ordnung vorkommen, erwähnen wir besonders drei inländische:

Familie der Spitzhornschnecken (Lymneaida). Ihre Gehäuse sind bald thurmförmig, bald nur in einer Ebene gewunden, meist ziemlich dünn und zerbrechlich und von horniger Beschaffenheit. Sie haben nur zwei Fühler, die bald dreieckig breit, bald lang, spitz und dünn sind und an deren Grunde an dem innern Rande die Augen sitzen. Sie leben stets im Wasser, an dessen Oberfläche sie meist herumschwimmen und dabei mittels des aufgesperrten Athemlochs Luft schöpfen. Doch können sie wahrscheinlich auch unmittelbar aus dem Wasser die ihnen nöthige Luft beziehen, was aus dem Umstande geschlossen werden kann, daß man in den größten Tiefen der Süßwasserseen (Genfersee) Spitzhornschnecken findet, die gewiß nicht an die Oberfläche kommen können, um Luft zu schöpfen.

Die Schnirkelschnecken (Helicida) bilden eine überaus zahlreiche Familie von Landschnecken, als deren Typus unsere gewöhnlichen Weinbergschnecken oder Baumschnecken dienen können. Die Thiere dieser Familie haben vier Fühler, von welchen die kleinern oft ziemlich rudimentären neben am Munde, die größern, welche an ihrer Spitze die Augen tragen, vorn am Kopfe stehen. Die Gehäuse, welche diese Thiere umschließen, sind sehr verschiedener Gestalt, bald nur dünn und durchsichtig, bald ziemlich dick und schwer und mit schönen Farben geziert. Bei der einen Gattung sind sie fast in einer Ebene gewunden, bei einer andern sehr lang und spitz, fast von der Gestalt eines Pfriemen. Bei manchen sind die Ränder der Oeffnung scharf geschieden, bei andern ist ein vollständiger Mundsaum vorhanden; hier ist die Mündung glatt, dort Lippenrand oder Spindelrand oder auch beide zugleich mit vorspringenden Leisten versehen. Die überaus zahlreichen Gattungen und Arten, welche in allen Zonen vorkommen, lassen sich oft nur sehr schwierig unterscheiden. Die hier abgebildete Art (Schnirkelschnecke, Helix aspersa, Taf. 30, Fig. 33) wird in dem südlichen Europa allen andern als Fastenspeise vorgezogen.

legschnecken (Limacida) sind entweder voll-
nackt oder haben nur ein kleines unbedeuten-
chen, welches entweder in dem Mantel selbst
ist oder wie ein kleines Schildchen an dem
e des Körpers aufsitzt. Der ganze Rücken
der vordere Theil desselben, wo die Lungen-
d die Afteröffnung liegen, ist mit einem
Schilde bedeckt. Das Thier hat vier Fühler,
wie diejenigen der vorhergehenden Familie
ind. Bei den mit einer äußern Schale ver-
attungen liegen After und Lungenhöhle unter
ale am hintern Ende des Körpers. Die ab-
Art (Ackerschnecke, Limax agrestis, Taf. 30,
ist die Verwüsterin der Felder und Gärten
Jahren.

terordnung der Kiemenschnecken
(Branchiata).

allgemein Kiemen; nur bei einigen
Meerschnecken keine differenzirten
rgane. Junge mit Wimpersegeln
venschale. Mit geringen Ausnahmen
vohner. Bald Zwitter, bald einge-
g.

ißerordentlich zahlreiche Unterordnung zeichnet
r der Structur ihrer Athemorgane auch noch
nders durch die Entwickelung ihrer Jungen
le, ohne Ausnahme, durchlaufen nämlich einen
tand, während dessen sie durch bewimperte
n zum Schwimmen befähigt sind. Nachdem
ung des Dotters vorüber ist, entwickeln sich
ichten verschiedener Zellen an demselben, von
äußere, hellere den Mantel, die Haut und
, die innere, dunklere die Eingeweide bildet.
e neugebildete Embryo gleicht nach der Aus-
dieser Schichten einem Kuchen, an dessen einer
h Flimmerhaare von mehr oder minder be-
Länge entwickeln. Der Embryo, dessen
aare anfangs in beständiger Bewegung sind
stete Drehung um die Achse bewirken, zeigt
aus zwei Regionen zusammengesetzt; einem
kugelförmigen Theile, der bald von einer
arten Schale in Gestalt eines Napfes um-
wird, und aus einem vordern Theil, auf
ickenfläche die Flimmerhaare, auf der Bauch-
ngegen ein zungenförmiger Fortsatz sich be-
r sich allmählich zum Fuße ausbildet, während
leich im Innern dunklere Zellenhaufen wahr-
welche die Entwickelung des Darms und der
rbereiten. Bei fortschreitender Entwickelung
en Thiers bilden sich alle so angelegten Or-
h und nach aus. Die Stelle im Nacken, wo
nerhaare sich befinden, wächst zu zwei häutigen
nus, die meist mit außerordentlich langen Wim-
n besetzt sind, nach Willkür ein- und ausge-
rden können und ein sehr wirksames Schwimm-
ir die freigewordenen Thierchen bilden. Die
vird mützenartig und so groß, daß das ganze
ch in sie zurückziehen und mit einem an der
che des Fußes angebrachten Deckel die Oeff-
rselben schließen kann. Von den innern Or-
ieht man zuerst die Gehörorgane mit den in
efindlichen Gehörsteinen erscheinen, dann den
nen Darmkanal, dessen Mundöffnung sich
den Wimpersegeln befindet, während der
uf der rechten Seite in der Nackengegend sich
Erst lange nach den Gehörorganen erscheinen
gen, und zuletzt von allen innern Organen das
odaß bei fast allen diesen Schnecken die ganze
embryonale Entwickelung ohne Dazwischenkunft eines Herzens, also eines Blutlaufs, zu Stande kommt. Indessen fehlt auch bei den Embryonen ein Umtreiben der die Leibeshöhle erfüllenden Flüssigkeit nicht. Es blähen sich nämlich abwechselnd der Fuß und die Nackengegend auf und ziehen sich wieder zusammen, sodaß auf diese Weise ein unregelmäßiges Wogen der Flüssigkeit von vorn nach hinten und umgekehrt stattfindet. Die ausgebildete Larve ist ein äußerst lebhaftes, kleines Thierchen, welches mit großer Schnelligkeit mittels seiner Wimpersegel umherschwimmt und meistens auch in diesem Zustande die Kapseln oder Eischläuche durchbricht, in welchen die Eier sich befanden. Zuweilen (Paludina) geschieht dies Durchbrechen schon im Eileiter der Mutter, sodaß die Schnecke lebendige Junge gebiert. Haben sich diese einige Zeit im freien Wasser umhergetummelt, so beginnt die Rückbildung der Schwimmorgane. Diejenigen Schnecken, welche im spätern Alter nackt sind, werfen die Schale ab, während bei den andern sie sich nach und nach zu ihrer bleibenden Form gestaltet. Hinter den Segeln, welche allmählich einschrumpfen und endlich vollständig verloren gehen, sprossen die Fühler hervor und der Fuß entwickelt sich mehr und mehr als einziges Bewegungsorgan. Aus einem lebhaften Schwimmer ist eine langsam kriechende Schnecke geworden. Die Größe und Ausbildung der Wimpersegel, die Gestalt und das Verhältniß der Schale bilden die wesentlichsten Unterschiede zwischen den Embryonen jener Thiere, welche im erwachsenen Alter so außerordentlich verschieden sind.

Nach der Lage der Athemorgane, hauptsächlich im Verhältniß zum Herzen, unterscheiden wir zwei größere Gruppen.

Gruppe der Halskiemer (Prosobranchia).

Alle diese Thiere haben im erwachsenen Zustande eine meist gerollte Schale, in welche sie sich vollständig zurückziehen können. Der Mantel bildet an der vordern Hälfte des Körpers im Nacken einen weiten Umschlag, unter dessen Wulst der Kopf zurückgezogen werden kann. In dieser Kammer des Mantels liegen die kammförmigen Kiemen sowie die Geschlechts- und Afteröffnung. Das Blut, welches aus den Athemorganen kommt, strömt nach hinten zu gegen das Herz hin, dessen Vorkammer nach vorn liegt. Alle Individuen sind getrennten Geschlechts und die Ruthe liegt bei den Männchen meist auf der rechten Seite, zurückgeschlagen in einer Falte des Mantels. Die meisten Familien dieser überaus zahlreichen Gruppe leben im Meere und sind durch dicke und feste Schalen ausgezeichnet.

Bei der außerordentlich großen Mannichfaltigkeit der Bildung, die sich zeigt, hat man nach verschiedenen Charakteren zur Klassifikation gesucht. Hinsichtlich der Schalen drängt sich zuerst ein Unterschied auf, welcher von Bedeutung scheint. Die einen haben einen Ausschnitt, oder selbst einen Kanal (unter den abgebildeten die Flügelschnecken, Cerithien, Kegelschnecken); bei den andern ist der Mundrand der Schale ganz und vollständig (Nabelschnecke, Schüsselschnecke). Es hängt dies, wie schon bemerkt, mit der Organisation der Athemorgane zusammen; der Charakter erscheint aber deshalb wichtig, weil die ältesten Schnecken der Erdgeschichte in den Uebergangsgebilden alle nur ganzrandige Mündungen der Schalen zeigen und die Ausschnitte erst später auftreten. Sodann hat man auf die Stellung der Kiemen Rücksicht genommen und danach unterschieden: Kreiskiemer (Cyclobranchia), bei welchen die Kiemen rund um den Körper herum

unter einer Mantelfalte angebracht sind (Schüsselschnecken); Schildkiemer (Aspidobranchia), mit zwei Blattkiemen, die zuweilen verschmelzen und vorn im Nacken in einer Athemhöhle liegen — es gehören dazu die Spaltschnecken (Fissurellida), Seeohren (Haliotida); Kreiselschnecken (Trochida) und Mondschnecken (Neritida) — und endlich Kammkiemer (Ctenobranchia), wo zwei ungleich entwickelte Kiemen in der linkerseits entwickelten Athemhöhle liegen. Endlich hat man auch die Organisation der Zunge vorwiegend in Betracht gezogen. So hat man die Kreiskiemer zugleich als Plattenzüngler (Docoglossa) bezeichnet, indem die Zunge mit ballenartigen, zahntragenden Hornplatten bewaffnet ist; die Schildkiemer als Fächerzüngler (Rhipidoglossa); ihre Zunge ist höchst complicirt gebaut, die Querreihen der Bezahnung von Mittel-, Zwischen- und Seitenplatten gebaut, welche letztere fächerartig gestellt und nach oben als Haken umgebogen sind. Unter den Kammkiemern hat man unterschieden: Federzüngler (Pteroglossa), Zunge ohne Mittelplatten, mit zahlreichen kleinen Haken; hierher gehören die Wendeltreppen (Scalarida), die Sonnenkreisel (Solarida) und die Quallenboote (Janthinida), die mittels eines vom Fuße ausgehenden schwammigen Floßes auf dem Meere schwimmen; Bandzüngler (Taenioglossa), mit sieben gezähnten Platten in jeder Querreihe der langen Zunge, die meist in einem Rüssel angebracht ist. Fast alle sind fleischfressende Meerschnecken. Es gehören dahin die Nabelschnecken (Naticida); Mützenschnecken (Capulida); Thurmschnecken (Turritellida); Hornschnecken (Cerithida); Tritonshörner (Tritonida); Helmschnecken (Cassida); von welchen einige Arten Schwefelsäure als ätzende Absonderung ihrer Speicheldrüsen liefern, Flügelschnecken, Strombida, und endlich die schönen Porzellanschnecken (Cypraeida), welche die seitlichen Lappen des Fußes über die engmündige Schale schlagen und dieser so ihre Glätte bewahren. Zu dieser Gruppe gehören noch Familien, welche den Uebergang zu den Lungenschnecken machen, indem bei den Jungen die Segel und bei den Erwachsenen die Kiemen allmählich rückgebildet und gegen Lungen vertauscht werden. Diese Uebergangsfamilien sind die Strandschnecken (Littorinida), besonders gern im Brakwasser; die Flußkiemenschnecken (Paludinida) — beide Familien haben nur Kiemen); die Faustschnecken (Ampullarida), mit Kiemen und Lungen zugleich in den süßen Wässern südlicher Länder; die Thürschnecken (Cyclostomida), nur mit Lungen, überall an feuchten Orten auf dem Lande. Unter den echten Kammkiemern unterscheidet man dann noch die Schmalzüngler (Rhachiglossa). Das Thier besitzt einen langen vorstreckbaren Rüssel, der mit kleinen seitlichen Kiefern und einer schmalen Zunge bewaffnet ist, auf der höchstens drei Längsreihen von Platten stehen, deren Mittelplatte breit und mit scharfen Zähnen bewaffnet ist. Sie bohren mittels dieses Rüssels meist andere Schalthiere an, die sie aussaugen, und einige Gattungen sind sogar gefürchtet wegen der giftigen Wunden, die sie damit versetzen sollen. Außerdem haben diese Thiere stets eine Athemröhre und meist nur zwei runde Fühler, an deren Außenrande bald näher an der Basis, bald gegen die Mitte zu die Augen stehen. Hierher gehören die Faltenschnecken (Volutida), Eischnecken (Olivida), Kinkhörner (Buccinida), Felsenschnecken (Muricida). Endlich die Pfeilzüngler (Toxoglossa), deren Rüssel pfeilartige Spitzen trägt, die vorgeschnellt werden. Wir erwähnen hier nur diejenigen Familien näher, von welchen Abbildungen gegeben sind.

Familie der Kegelschnecken (Conida) (Kegelschnecke, Conus textilis, Taf. 30, Fig. 37), zu den Pfeilzünglern gehörig. Das Gehäuse ist kegelförmig, das regelmäßig gerollte Gewinde an dem dickern Ende des Kegels sichtbar; die Oeffnung spaltförmig, nach unten hin etwas erweitert und meist an der Spindel etwas ausgeschnitten für den Durchtritt der langen Athemröhre; der Lippenrand der Schale ist gerade, dünn und scharf und so wie der Spindelrand ohne alle Zähne oder Faltungen. Das Thier hat einen breiten Fuß, einen stumpfen Rüssel, der mit zwei Reihen langer, hohler, zuweilen widerhakiger Zähne bewaffnet ist und womit es empfindlich stechen kann. Einige Kegelschnecken stehen der Wunden wegen, welche sie mit diesem Rüssel versetzen, sogar im Verdachte der Giftigkeit. Sie kommen hauptsächlich in südlichen Meeren vor und bildeten früher bei Sammlern einen ähnlichen Gegenstand der Liebhaberei wie die Tulpen, sodaß für eine einzige seltene und schön gefärbte Schale zuweilen selbst Tausende von Gulden bezahlt wurden.

Die Flügelschnecken (Strombida) (Flügelschnecke mit dem Thier, Strombus gigas, Fig. 35) zeichnen sich auf den ersten Blick durch ihr starkes längliches Gehäuse aus, dessen Gewinde ziemlich spitz ist und nach unten an dem Spiralrande in einen kurzen gebogenen Kanal für die Athemröhre ausläuft. Der Lippenrand der Mündung zeigt vorn eine bedeutende Bucht, in welcher der Kopf liegt, und ist dann flügelartig ausgebreitet, sodaß die Mundöffnung der Schale ungeheuer groß erscheint, während sie, abgesehen von dieser flügelartigen Ausbreitung, doch nur eine schmale Spalte bildet. Das Thier, welches diese Schalen bewohnt, hat eine sehr bizarre Gestalt. Der Rüssel ist sehr groß und dick, geringelt und weit vorstreckbar, er füllt besonders die erwähnte Bucht des Lippenrandes aus. Die Zunge stellt sie zu den Bandzünglern. Die Fühler sind nur klein, die Stiele dagegen, welche die Augen tragen, ungemein groß und stark, und neben denselben ein eigenthümlicher zungenförmiger Fortsatz des Fußes angebracht, welcher den schmalen, spitzen, hornigen Deckel trägt, der zur Schließung der Schale bestimmt ist. Sie kommen hauptsächlich in südlichen Oceanen vor und finden sich in den ältern Schichten ziemlich zahlreich. Die Gattungen unterscheidet man hauptsächlich nach der Gestalt des Lippenrandes, der bei einigen ganzrandig ist, bei andern die sonderbarsten fingerförmigen Fortsätze trägt. Die Schale der hier abgebildeten, im Meere der Antillen häufigen Art dient besonders zur Anfertigung von Cameen.

Zu den Bandzünglern gehören ebenfalls die Hornschnecken (Cerithida) (Cerithium hexagonum, Fig. 36). Sie haben ein sehr in die Länge gezogenes, thurmförmiges Gehäuse, dessen Lippenrand breit ausgezogen ist, während an dem schwielig verdickten Spindelrande ein kurzer Ausschnitt zur Aufnahme einer kleinen Athemröhre sich findet. Der Rüssel des Thiers, an welchem nur rudimentäre Kiefer angebracht sind, ist ziemlich lang, die Fühler dünn und meist stehen die Augen etwa in der Mitte ihres Außenrandes, zuweilen an einem seitlichen Anhange. Die Kiemen sind ziemlich groß und in doppelte Reihen gestellt. Sie kommen besonders in den Tertiärgebilden häufig versteinert vor.

Die Nabelschnecken (Naticida) (Nabelschnecke, Natica lineata, Fig. 38), von denen wir ein Gehäuse abbilden, bohren mit ihrem langen Rüssel zweiklappige Muscheln (z. B. Austern) an und saugen sie aus.

Schüsselschnecken (Patellida) (Schüsselschnecke, Patella algira, Fig. 39). Die abgebildete Art ist von unten gesehen und zeigt in der Mitte den breiten Fuß,

von der Kieme, vorn den Kopf mit den Fühlern. ſelförmige Schale hat die Gestalt eines flachen on dessen Spitze meist strahlige Leisten nach rablaufen. Die innere Höhlung dieses Kegels ohne vorspringende Leisten und Falten. Das lt diese Höhlung fast ganz aus und saugt sich breiten, kreisförmigen Fuße so fest an, daß le wie ein Schröpfkopf auf dem Felsen auf- r Kopf ist rüsselförmig vorgezogen, mit zwei nnen Fühlern besetzt, an deren Grund die ehen. Die stachelige Zunge ist meist länger körper und liegt oft mehrfach gewunden in shöhle. Die blattartigen Kiemen finden sich um den Körper in der rinnenartigen Ver- wischen dem Fußrande und dem Mantel. Sie ig in allen Meeren und dienen besonders der Klasse der Bevölkerung zur Nahrung. Die ten äußerst fest an den Felsen und manche hlen sich sogar ihren Sitzplatz aus.

der Rückenkiemer (Opisthobranchia).

Blut strömt von den auf dem Rücken gelege- ren her gegen das Herz zu, und die Vor- befindet sich infolge dieser Lagerung hinter der en Herzkammer. Die Kiemen bilden Büschel jelne Anhängsel, welche mehr oder weniger auf dem Rücken oder an den Seiten liegen; als findet sich ein eigentlicher Mantelumschlag lt einer Kapuze, welche eine Kiemenhöhle in ngegend bildet.

nigen fehlen die Kiemen ganz, sodaß die Haut Gesammtheit die Athmung übernimmt — in- t auch in diesem Falle die Anordnung der e dieselbe, wie bei den Kiementragenden. Häufig der durch einfache oder verästelte Blinddärme Sie sind durchaus Meeresbewohner. Alle zu theilung gehörigen Schnecken sind Zwitter, und ten haben nur eine sehr dürftig entwickelte der sind im erwachsenen Alter vollkommen

kann, je nach der Organisation der Athem- drei Gruppen unterscheiden: Seitenkiemer branchia). Die blatt- oder fadenförmigen stehen selten auf beiden Seiten, meist nur auf en, unter einer Falte des Mantelrandes, wo- n Uebergang zu den Schüsselschnecken sich dar- ls Repräsentanten dieser Gruppe, welche außer- h die Blasenschnecken (Bullida), die Blättchen- (Phyllidida) und Seitenkiemer (Pleurobran- inschließt, nehmen wir die Familie der Seeha- lysida) (Seehase, Aplysia depilans, Taf. 30, . Das Thier ist vom Rücken gesehen und der auseinandergeschlagen, sodaß man die After- nd die Kiemen unter der sternförmig gezeich- kantelfalte auf der rechten Seite sieht. Die wird von großen, oft fuhlangen, fast gänzlich Schnecken gebildet, die in der Gestalt viel Aehn- mit unsern nackten Landschnecken haben. Der ist nach hinten breiter, nach vorn halsartig ver- t, und der Kopf mit zwei Paar Fühlern ver- von welchen die vordern breit und blattartig, ern rund und spitz sind. Vor diesen liegen die lugen. Der Fuß ist ziemlich schmal, der Man- egen breit, und seine freien Ränder werden ch oben zurückgeschlagen, sodaß sie den Rücken theils decken. Die Kiemen befinden sich hinten hts unter einer zweiten Mantelfalte, in welcher nne hornartige Schale verborgen ist. After und chtsöffnung verhalten sich wie bei der vorigen . Der Mund ist mit einer breiten, mit vielen gezähnelten Querplatten besetzten Zunge bewaffnet. Die Thiere sondern, wie es scheint zu ihrer Vertheidigung, aus den seitlichen Lappen des Mantels eine dunkelröthliche Flüssigkeit ab, die das Wasser färbt und für giftig gehalten wird. Sie kriechen hauptsächlich unter den Tangen an der Küste umher und finden sich manchmal so zahlreich, daß man bei starker Ebbe den Strand ganz damit besäet findet.

Bei der zweiten Gruppe, Rückenkiemer (Notobranchia), stehen die Kiemen in Form verschieden gestalteter, einfacher oder verästelter Anhänge frei auf dem Rücken, und zwar bald über denselben zerstreut, bald mehr in zwei Reihen (Tritonida), bald im Kranze um den After (Sternschnecken, Doridida). Wir geben als Repräsentanten der ersten Familie mit zerstreuten Rückenanhängen die Familie der Fadenschnecken (Eolida). Der längliche Körper gleicht fast dem einer gewöhnlichen Wegschnecke und trägt meistens auch vier Fühler, die oft blattartig eingerollt sind. Auf dem Rücken finden sich gewöhnlich eigenthümliche cylindrische Anhänge, oft in großer Anzahl, in welche sich die verzweigten Lebergänge hinein erstrecken. Meist sind diese Anhänge an der Spitze mit einem Drüsenkopfe versehen, aus welchem Nesselorgane hervorgepreßt werden können, und in den Röhren, welche, mit Leberkörnern belegt, sich in diese Anhänge erstrecken, sieht man häufig Nahrungsstoffe circuliren. Der After liegt bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten, meist auf der rechten Seite des Thiers, vor ihm auf der rechten Seite die Geschlechtsöffnung und in der Nähe des rechten Fühlers die Oeffnung für die Ruthe. Die Fadenanhänge des Rückens spielen offenbar auch die Rolle von Kiemen, da zwischen ihrer glashellen Haut und dem darin enthaltenen Lebergange ein bedeutender Raum ist, worin das Blut circulirt. Bei einigen Gattungen sind diese Anhänge zu beiden Seiten auf Fortsätze gestellt und dienen zugleich als Ruderlappen zum Schwimmen auf dem hohen Meere. Die abgebildete Art (Fadenschnecke, Flabellina affinis, Taf. 31, Fig. 1) in europäischen Meeren.

Die dritte Gruppe, Kiemenlose (Abranchia), begreift endlich solche Thiere, bei welchen keine Athemorgane sichtbar sind, wo die ganze nackte Körperoberfläche wimpert. Hierzu gehört die höchst abweichende Familie der Blattschwimmer (Phyllirhoe), von den Seiten plattgedrückte Thiere ohne Fuß noch Kiemen, die auf hohem Meere schwimmen. Die Meerschnegel (Pontolimacida), den Wegschnecken in der Form ähnlich, aber mit rückenständigem After und breitem Fuße, und die Hirschschnecken (Actaeonida), die sich in ihrer Organisation ganz den Fadenschnecken anschließen, aber eine seitliche Ausbreitung des Körpers in Blattform besitzen, in welcher Darm und Geschlechtsorgane sich verästeln. Die abgebildete Art (Elysia [Acteon] viridis, stark vergrößert, Fig. 2) häufig an den Küsten des Oceans auf Tang.

Ordnung der Flügelfüßer (Pteropoda).

Meerbewohnende Weichthiere mit zwei flügelförmigen Schwimmlappen am Kopfe, mit oder ohne Schale. Zwitter.

Hauptbewegungsorgane sind die großen Flossen oder Flügel, welche zu beiden Seiten des Kopfes stehen und Weiterbildungen der Seitentheile des Fußes darstellen, dessen Mittelheil als rudimentärer Fortsatz an der Bauchseite erhalten bleibt und aus einer unendlichen Anzahl gekreuzter Muskelfasern gebildet sind. Die meist sehr kleinen Thiere treiben sich mittels dieser Schwimmlappen auf der Oberfläche des Meeres umher und wer-

den nur selten durch Verschlagen in der Nähe des Strandes angetroffen. Sie sind alle Nachtthiere, heben sich erst mit der Dämmerung aus der Tiefe des Meeres in zahllosen Schwärmen herauf und sinken mit dem Morgenlichte wieder hinab. Tagsüber trifft man keine Spur von ihnen, und manche Arten kommen nur in ganz finstern Nächten an die Oberfläche. Die Schwimmlappen sind auch bei ruhigem Schweben in steter schwingender Bewegung, ähnlich den Flügeln eines Schmetterlings; bei der geringsten Gefahr, die sie merken, ziehen sie die Ruderlappen ein und sinken in die dunkle Tiefe hinab. Die meisten von ihnen besitzen eine sehr dünne, oft nur hornige Schale von sehr wechselnder Gestalt, die den ganzen Körper des Thiers umschließt und nur den Mund mit den Schwimmflossen hervortreten läßt. Einige dieser Thiere sind ganz nackt und dann von einer festern Haut umgeben.

In allen Körperorganen ohne Ausnahme zeigt sich der niedere Stand der Organisation dieser Thiere. Den meisten fehlt ein eigentlicher Kopf und damit auch Fühler und Augen; bei andern sind zwei oder selbst vier kurze Fühler ausgebildet. Bei dem Schlundringe sind die obern Ganglien meist durch einen einfachen Verbindungsfaden ersetzt, während nur die untern Schlundganglien entwickelt sind. Nur zwei Gattungen besitzen Augen, den übrigen fehlen sie, während die Gehörorgane ziemlich allgemein entwickelt sind. Der Mund ist meist unbewaffnet, höchstens von kurzen Fortsätzen umstellt, welche zuweilen Saugnäpfe tragen. Er führt in einen muskulösen Schlundkopf, in welchem eine stachelige, mit rückwärts gewendeten Hakenzähnen besetzte Zunge sich findet. Die Afteröffnung des gewundenen Darmkanals befindet sich meist auf der rechten Seite, zuweilen aber auch auf der Bauchseite in der Mittellinie oder etwas mehr nach links angebracht. Die Leber ist aus einzelnen Schläuchen zusammengesetzt, welche unmittelbar in den Darm münden. Das Herz scheint nur unvollständig entwickelt, indem es meist nur aus einer Kammer ohne Vorkammer besteht; jedenfalls ist der Blutkreislauf nur sehr unvollkommen und das Venensystem gänzlich durch Lacunen ersetzt. Athemorgane fehlen bei einigen Gattungen ganz, während andere eine geräumige Mantelhöhle haben, in welcher eine fächerartige Kieme verborgen liegt.

Die Niere ist stets wohlausgebildet und einestheils mit dem Blutraume, welcher das Herz umgibt, in Verbindung, andererseits durch eine stark wimpernde Oeffnung nach außen oder in den Mantelraum geöffnet. Alle sind Zwitter; doch sind Hoden und Eierstöcke zuweilen getrennt und nicht immer zu einer Zwitterdrüse verbunden. Geschlechtsöffnung und Copulationsorgan liegen rechts in der Nähe des Afters. Die Eier werden in langen, oft spiralig gedrehten Schnüren von Eiweiß umhüllt im Meere abgesetzt und schwimmend angetroffen. Alle entwickeln sich anfangs nach dem Typus der Meerschnecken mit Segel und Schale; erst später tritt bei einigen eine Aenderung ein. Hiernach sowie nach dem Vorhandensein einer Schale kann man zwei Unterordnungen unterscheiden.

Unterordnung der Schalenträger (Thecasomata).

Der Körper in einer Schale, die von einem Mantel ausgekleidet ist.

Wir geben als Beispiel dieser Unterordnung eine Art (Hyalea tridentata, Taf. 31, Fig. 3) vergrößert. Die Schalen bestehen bei dieser Unterordnung bald aus glasartig durchsichtiger und spröder Masse (Hyalida), bald aus halbweicher, dicker Knorpelmasse (Cymbulida), bald sind sie spiralig gedreht, wie Schneckenschalen mit spiralem Deckel (Limacinida). Die Flossen sind unter dem Munde, der zwischen ihnen angebracht ist, verwachsen, der Kopf nur sehr undeutlich abgesetzt; in der Mantelhöhle finden sich bald Kiemen (Hyalida), bald keine (Cymbulida); erstere können die Flossen in die Schale zurückziehen, letztere nicht. Die Larven sind denen der Fadenschnecken sehr ähnlich; die embryonale Schalenform wird meist abgeworfen, um eine neue zu bilden.

Unterordnung der Nacktkörper (Gymnosomata).

Weder Schale noch Mantel.

Als Beispiel dieser Unterordnung dient die Walfischnecke (Clio borealis, Taf. 31, Fig. 4). Die durchsichtigen blaugefärbten Thiere schwärmen in Millionen im Nordmeere und sind die gewöhnliche Speise der Walfische, die sie tonnenweise hinabschlürfen.

Der Kopf ist bei diesen Thieren deutlich getrennt, die Flossen hinter demselben angebracht, nicht zusammenfließend. Bei den Walschnecken (Clionida), zu denen die abgebildete Art gehört, finden sich keine Kiemen, aber meist Fühler; bei der andern Familie der Hautathmer (Pneumodermonida) äußerliche Kiemen und meist zwei mit Saugnäpfen besetzte Arme am Kopfe. Die Thiere durchlaufen nach Abwerfung der embryonalen Schale und der Segel ein zweites Larvenstadium, in welchem sie Wimperreifen um den Körper besitzen, ähnlich den Larven der Würmer; bei manchen bleiben noch später im reifen Alter Spuren dieser Wimperreifen bestehen.

Unterklasse der Wimperschnecken (Ciliophora).

Larvenzustände nur mit Wimperreifen, ohne Segel. Erwachsene Thiere ohne Augen.

Wir vereinigen in dieser Unterklasse zwei wenig zahlreiche, aber sehr abweichende Typen, die Ordnungen und zugleich Familien vorstellen, nämlich einerseits die Käferschnecken (Chitonida), die sich mehr den eigentlichen Plattfüßern annähern, und andererseits die Zahnschnecken (Dentalida), welche den Uebergang zu den Muscheln machen. In der übrigen Organisation, Bildung der Schale u. s. w. sehr verschieden, zeigen doch beide insofern eine gemeinsame Bildung, als das Nervensystem auf einer sehr niederen Stufe der Bildung steht, die Augen ganz fehlen, die Fühler nur in der Weise der Würmer bei den einen entwickelt sind, und daß aus dem Ei direct Larvenformen entstehen, welche mehrere Wimperreifen um den Körper besitzen und ganz in der Weise der Würmer gebildet sind. Jede Spur von Segeln fehlt durchaus bei diesen Larven.

Ordnung der Familie der Käferschnecken (Chitonida). Diese Thiere sind von ovaler, zuweilen etwas länglicher, plattgedrückter Gestalt und zeigen auf der Unterseite einen ovalen Fuß, zwischen welchem und dem Mantelrande, der den Fuß weit überragt, blattartige Kiemen liegen. Auf dem Rücken des Mantels sind acht kalkige Schuppenstücke eingefügt, welche entweder dachziegelförmig übereinanderliegen oder auch so weit voneinander entfernt sind, daß sie nicht einmal sich berühren. Der Mantel ist sonst mit Stacheln, Haaren, Borstenbüscheln oder kleinen Schüppchen meist über und über bedeckt, eine Bekleidung, welche bei keiner andern Schnecke vorkommt und der der Seeraupen

ist. Der Kopf ist klein, rundlich, ohne Augen hler, von einem Hautsegel überdeckt, eigentlich Wulst um den Mund. In den innern Or- eigen sich wesentliche Verschiedenheiten von den Schnecken. So sind die Geschlechtsorgane zu Seiten der Mittellinie symmetrisch vertheilt und tliche Geschlechtsöffnungen vorhanden, wie sie i keiner andern Schnecke vorkommen. Der After nau am Ende des Körpers in der Mittellinie. erz liegt am Hinterrande; die daraus ent- Aorta läuft oberflächlich am Rücken längs der nie fort und gleicht ziemlich dem Rückengefäße, bei den meisten Gliederthieren vorkommt. Die sind anfangs länglich rundlich, mit Wimper- ind einem vordern Wimperbusch, platten sich ch und nach ab und lassen den Rücken und iten unterscheiden. Die erwachsenen Thiere ie Schüsselschnecken an Steinen fest.

Ordnung und Familie der Zahnschnecken ida) besteht aus einer höchst sonderbaren Gat- eren wenig gebogene, spitz zulaufende, an bei- den offene Schale etwa die Gestalt eines Stoß- vom Elefanten nachahmt. Ehe man das Thier reihte man diese Schalen unter die Röhren- r; und in der That ist das Thier so abweichend , daß man seinen Platz nur unsicher bestimmen nd in ihm einen Uebergang von den Röhren- in zu den Schnecken erkennen muß. Der Kör- lang, wurmförmig, von einem dünnen Mantel illt, der über dem Kopfe einen glockenförmigen ag bildet, sonst aber das ganze Thier so ein- daß nur die hakenförmige Spitze des Fußes aus rdern Oeffnung hervorschaut. Der Mundwulst st sehr klein, mit acht Lippenfäden besetzt und leichsam nur als Anhang auf dem cylindrischen, , fleischigen, dreilappigen Fuße, der weit nach iber den Kopf hervorgestreckt werden kann und, s Thier verkehrt im Sande steckt, zum Aufwühlen Sandes dient. Das Nervensystem ist demjeni- r kopflosen Muschelthiere ähnlich; es gibt obere ntere Schlundganglien und Afterganglien, durch issuren miteinander verbunden; auf den Fuß- en liegen zwei Gehörbläschen; Augen fehlen. Büschel von verästelten wimpernden Fühlern ste- n dem Halskragen, wo Mantel und Körper sich den. Kiemen fehlen; ein Herz ist nicht vor- n; das Blut circulirt, wie bei den Würmern, Zusammenziehungen zweier Längsgefäße, ein und ein unteres, welche durch ein Lückennetz ander communiciren. Im Schlundkopfe liegt leine fünftheilige Schneckenzunge; in den Magen n die verästelten Gänge der Leber, die man außen durch den Mantel sieht; der After ist hinter Fuße in die Mantelhöhle geöffnet; der Darm ch gekrümmt. Die Geschlechter getrennt. Der em Ei entstehende Embryo hat sieben Wimper- , von welchen der vordere der stärkste, fast einem ähnlich, einen vordern Wimperbüschel und eine e, schuppenförmige Schale, die so eingebogen aß sie fast zweilappig erscheint. Später wächst sammen.

se der Muschelthiere oder Blattkiemer (Lamellibranchia).

(Tafel 31, Figur 10 bis 23.)

pfloſe Weichthiere mit mehr oder minder wei Blätter gespaltenem Mantel, zwei- piger Schale, deren Klappen durch ein oß verbunden sind, zwei Paar blätteri- gen Kiemen und blattförmigen Mundfühlern, bauchständigem Fuße, meist getrenntem Geschlecht.

Die Schalen der Muschelthiere sind außerordentlich charakteristisch für die ganze Klasse, indem nur bei ihnen, aber auch ganz allgemein, diese Schalen aus zwei Klappen gebildet sind, welche den Körper von beiden Seiten her einschließen. Selbst bei denjenigen Muschelthieren, bei welchen später diese Anordnung sich verwischt, findet man in der Jugend diese beiden Schalen vollkommen ausgebildet.

Die äußerste Schicht der Schalen wird von einem zerreiblichen Ueberzuge horniger Natur gebildet, der Oberhaut, welche offenbar mit der den Mantel bedeckenden Oberhautschicht in Beziehung steht. Bei den meisten Muscheln reibt sich diese Oberhautschicht leicht ab, oder wird selbst künstlich an den in den Sammlungen bewahrten Thieren entfernt. Auf diese Schicht folgt nach innen hin eine zweite, die aus hornigen Säulchenzellen zusammengesetzt ist, welche mit Kalkmasse gefüllt sind. Es stehen diese Säulchenzellen meist gerade oder schief von außen nach innen; ihre Absonderung, sowie diejenige des kohlensauren Kalks, welcher sie erfüllt, geht offenbar von dem verdickten Rande des Mantels aus, und da sie nicht beständig, sondern periodisch stattfindet, so werden hierdurch einzelne Blätter gebildet, welche dachziegelförmig übereinanderliegen und concentrische Kreise bilden, die dem jeweiligen Umriß der Muschel bei jeder Wachsthumsperiode entsprechen. Die Anwachsstreifen, wie man diese durch die einzelnen Lamellen gebildeten Linien genannt hat, bieten manche Anhaltspunkte für die Charakterisirung der Arten insbesondere. Oft stehen sie nämlich auf der Oberfläche der Muschel mit scharfen Rändern hervor, oder bilden auch hier und da Zacken, Spitzen und Röhrchen; meist aber zeigen sie sich nur als feine Linien, die gewöhnlich dem äußern Umrisse der Muschel parallel laufen. In dieser Säulchenschicht sind hauptsächlich die verschiedenen Pigmente abgelagert, welche manche Muschel so herrlich färben. Die Ablagerung dieser Farbstoffe machte es möglich zu bestimmen, daß wirklich der Mantelrand allein diese Schicht absondere. Muscheln nämlich, welche über dem Mantelrande verletzt wurden, ersetzen den Substanzverlust ihrer Schalen durch eine Masse, welche der ungefärbten Schicht der innern Schale entspricht; geschieht aber die Verletzung am Mantelrande, so erhält die Ersatzstelle die Farbe, welche der Mantelrand an der verletzten Stelle besitzt. Die dritte innerste Schalenschicht, die Perlmutterschicht, hat einen mehr blätterigen Bau und eine gleichförmige Grundmasse, welche äußerst fein gestaltet erscheint und durch die Brechung des Lichts den eigenthümlichen Perlmutterglanz hervorbringt, welcher so vielen Muscheln eigenthümlich ist. Die Perlen selbst sind nur krankhafte Ausschwitzungen der äußern Mantelfläche, welche diese Schicht hervorbringt, in der nur selten Farbestoffe abgelagert werden.

Betrachtet man die Lagerung der Schalen in ihrem Verhältnisse zu dem Körper, so läßt sich sogleich entscheiden, was oben und unten, rechts und links, vorn und hinten sei. Obgleich kein Muschelthier einen deutlichen Kopf besitzt, so finden sich doch bei allen Mund und After an entgegengesetzten Enden, und bei den Freilebenden das kielförmige Bewegungsorgan, der Fuß, auf der Unterfläche. Diese drei Organe bestimmen demnach bei allen Muschelthieren die Benennung der einzelnen Regionen. Der freie Rand der Schalen, durch welchen der Fuß hervorgestreckt wird, ist der

untere Rand; der Schloßrand, wo die beiden Schalen zusammengefügt sind, der obere Rand; diejenige Seite, nach welcher hin der Mund gerichtet ist, die vordere Seite; die entgegengesetzte, welche meist länglich ausgezogen erscheint, die hintere Seite der Muschel. Stellt man die Muschel so vor sich hin, daß sie mit dem freien Schalenrande auf dem Tische ruht, während der Schloßrand nach oben schaut und das vordere Ende von dem Beschauer ab, das hintere ihm zugekehrt ist, so hat man links die linke, rechts die rechte Schale. Die Länge der Muschel wird durch eine gerade von dem Mundende nach dem Afterende gehende Linie gemessen; die Höhe von dem höchsten Punkte des Schloßrandes bis zu dem niedrigsten Punkte des freien Schalenrandes; die Dicke quer durch den Körper von der Wölbung einer Schale zu andern.

Man unterscheidet regelmäßige und unregelmäßige Muscheln und bezieht diese Ausdrücke hauptsächlich auf die äußere Form, sowie auf das Verhältniß beider Schalen zueinander. So sind die Austern und Hammermuscheln sehr unregelmäßige, die Maler- und Herzmuscheln sehr regelmäßige Muscheln. Bei den meisten Muscheln sind die beiden Klappen vollkommen gleich, sie heißen gleichschalige; bei andern hingegen, wie z. B. bei den Austern oder den Kammmuscheln, ist die eine Schale kleiner als die andere oder von verschiedener Gestalt, sie heißen ungleichschalig. Gleichseitig nennt man die Muscheln, wenn das vordere Ende dem hintern vollkommen gleich ist, sodaß ein querer, durch die Dicke geführter Schnitt jede Schale in zwei vollkommen gleiche Hälften theilen würde.

Bei den meisten Muscheln schließen die beiden Schalenränder, die oft gezackt und gefaltet sind, vollkommen ineinander, sodaß nirgends ein Zugang zu dem Körper stattfindet; es sind geschlossene Muscheln, wie z. B. unsere Teichmuscheln. Andere können die Schalen niemals vollkommen schließen, indem bald hinten, bald vorn ein bedeutender offener Raum bleibt; man nennt sie klaffende Muscheln; die Sand- und Messermuscheln sind in diesem Falle. (Linke Schale einer Venusmuschel, Cytherea exoleta, von innen gesehen; Taf. 31, Fig. 14. a Schloß mit Zähnen und Gruben, b Schalenrand, c Schloßband, d Wirbel, e Hofraum [Lunula], g Muskeleindrücke, h Mantelrand, i hintere Mantelbucht.)

Die Schalen der Muschelthiere sind in den meisten Fällen in einer größern oder geringern Erstreckung längs des Rückens aneinandergeschlossen. Nur in sehr wenigen Fällen ist durchaus kein Schloß vorhanden, und dann war die größere Schale unbeweglich an den Boden geheftet und die kleinere bewegliche Schale spielte die Rolle eines Deckels, welcher der größern, die das Thier enthielt, auflag. Die Betrachtung des Schlosses und die Kenntniß seiner einzelnen Theile ist von der größten Wichtigkeit für die Kenntniß der Gattungen und Arten. In den wenigsten Fällen bildet das Schloß nur eine einfache Linie, eine Art Falz, in welchem sich die beiden Schalenklappen wie Flügel einer Thüre vereinigen. Meistens finden sich Vorsprünge, Leisten und Zacken auf der einen Schalenklappe, welchen dann Kerben, Gruben oder Einschnitte auf der andern Seite entsprechen. Man hat diese Vorsprünge, wodurch die Ränder des Schlosses fest ineinandergreifen, sehr unpassenderweise Zähne und die Vertiefungen Gruben genannt. Die Anordnung dieser Zähne und Gruben ist sehr mannichfaltig und bietet gute Charaktere für Unterscheidung der Gattungen und Arten dar.

Ein wesentlicher Theil des Schlosses ist das Schloßband (Ligamentum); eine halb sehnige, halb knorpelige Masse, welche meist eine große Festigkeit und bedeutende Elasticität besitzt. In den meisten sind die elastischen Fasern dieses Bandes [illegible] der Rückenfläche der Muschel in einem Falz [illegible] Rinne angebracht und so von einer Schale [illegible] andern hinübergespannt, daß bei dem Schließen der Schale die Fasern gedehnt und gezerrt werden und durch ihre Elasticität die Schalen wieder auf, sobald die Wirkung der Schließmuskeln nachläßt. Schalenhälfte bildet bei dieser Anordnung des Bandes einen breiten Hebel, dessen Stützpunkt der Band ist und wo das Schloßband an dem [illegible] Schließmuskel an dem langen Hebel [illegible] vielen Fällen indeß das Schloßband auf der Seite der Schalen angebracht, wo es einen Ausschnitt oder viele einzelne Gruben im Schloß füllt. In diesem Falle werden die Fasern des Bandes beim Zusammenschließen der Schalen zusammengequetscht und gestaucht und durch ihre Elasticität die Schalen wieder auf zutreiben. In manchen Fällen findet sich das Schloßband halb außen, halb innen, sodaß es beim Oeffnen und Schließen der Schale verdreht den. Die Wirksamkeit dieser elastischen Stoffe dauert auch nach dem Tode des Thiers fort, dann die Gegenwirkung der lebendig zusammengezogenen Schließmuskeln aufhört, so klaffen bei den meisten Muschelthiere nach dem Tode einander.

Bei den meisten Muschelthieren beginnen die centrischen Wachsthumsstreifen, welche auf der Fläche der Schale sich zeigen, auf der Mittelseite in zwei einander entsprechenden Erhöhungen, welche man die Wirbel (Umbones) nennt. Die bilden diese Wirbel einfache Erhöhungen, oder biegen sie sich nach innen zu ein, sodaß sie [illegible] oder selbst wie Widderhörner gekrümmt sind. Die Wirbel liegen stets ganz oder zum größten vor dem Schloßbande und man sieht [illegible] letztere von einem besonders abgegrenzten Raum geben, den man das Schildchen (Area) hat. Ein ähnlicher Raum findet sich bei [illegible] scheln vor den Wirbeln und wird dann [illegible] ra'um (Lunula) genannt. Die Archen- und [illegible] muscheln können als die ausgezeichnetsten für die Entwickelung dieser beiden Räume hinter den Wirbeln genannt werden.

Auch die innere Fläche der Schalen bietet genauerer Untersuchung Eigenthümlichkeiten [illegible] welche zur Unterscheidung von Familien, [illegible] und Arten vortreffliche Merkmale liefern. [illegible] Muskeln, welche bei den verschiedenen [illegible] die Schalen schließen, gehen quer von einer zur andern, und der Raum, wo sie angeheftet zeigt einen tiefen Eindruck, an dem man [illegible] einzelnen Lagen, durch welche sich die innere [illegible] schicht verdickt, unterscheidet. Bei den [illegible] kommen entweder zwei Muskeleindrücke [illegible] Schale, die dann an dem vordern und [illegible] Ende liegen (Fig. 14 g), oder nur einer [illegible] dann mehr in der Mitte der innern Schale [illegible] zeigt. — Der Mantel, welcher den Leib des Thiers einhüllt und zunächst an den Schalen läßt ebenfalls einen Eindruck auf der [illegible] welcher seinem Umriß im Leben entspricht. [illegible] dieser Eindruck ganz, bei vielen [illegible] aber, bei welchen hintere Röhren (Siphonen) welche zur Athmung und zur Ausführung [illegible] mente bestimmt sind, zeigt dieser [illegible] einen hintern Ausschnitt, die Mantelbucht

form, Größe und Tiefe meist sehr charakte- und durch ihre Erhaltung an fossilen Mu- Sicherheit auf die Anwesenheit eines Sipho n schließen läßt.

uschelthiere sind Wasserbewohner und die einer sehr geringen Ortsbewegung fähig. ienen sind entweder immittelbar durch eine n, oder mittelbar durch ein eigenthümliches ist, den Bart (Byssus), an den Boden was meistens Unregelmäßigkeiten in der der Schalen zur Folge hat. Die frei- uschelthiere bohren sich großentheils in den nd Sand des Ufers, oft aber auch in Holz ein, oder kriechen mühsam und un- ittels ihres Fußes an den Boden einher; nur ist dieser Fuß geschickt zum Springen lettern an Wasserpflanzen oder glatten Ge- und nur bei einer einzigen Familie, bei uscheln, hat man bisjetzt beobachtet, daß schwimmen, indem sie die beiden Schalen- aft auf- und zuklappen und durch Aus- Wassers sich stoßweise fortbewegen.

n Muscheln, welche sich einbohren, sei es n weichen Boden oder in festere Gegen- en die Mundseite stets nach dem Grunde , die Afterseite nach der Ausgangsöffnung richtet, und wenn diese letztere (was mei- fall) mit Röhren versehen ist, so stehen n meist aus der Oeffnung der Löcher her- freie Wasser hinein. Diejenigen Muscheln e sich auf dem Boden der Gewässer ein- ben während des Lebens eine senkrechte en Mund nach unten, den After nach oben; nd Steinbohrer dagegen, welche ihre Löcher e Wände eintreiben, stecken meist in hori- gerung in ihren Gängen. Die angehefte- n ruhen auf der einen Schale, während frei beweglich ist, und die freien Sand- eichen auf dem Mantelrande umher, den nach oben gerichtet, indem sie mit dem chalen vorgestreckten Fuße Furchen in den n.

ittelbare Anheftung der Schalen, wie sie den Austern vorkommt, hat den größten die Gestalt und Regelmäßigkeit der Scha- h oft ihrer Unterlage anschmiegen und so derselben wiederholen. Weit weniger ist luß bei der freiern Art der Anheftung ngespinste vorhanden. Die Sehnenfäden, Anheftung bewirken, treten entweder durch er durch einen Ausschnitt der einen Schale, eine Lücke zwischen beiden Schalen, die der vordern Seite des Schloßrandes sich ervor. Eine eigenthümliche Drüse, welche sis des Fußes liegt und die durch eine dem zungenförmigen Fuße selbst in Ver- ebt, liefert eine glasheller, zähe Absonde- keit, die alsbald in Fäden gerinnt und Die Blattkiemer, welche sich durch solche eßen, wozu namentlich die bekannten Mies- ehören, drücken den zungenförmigen Fuß rt an, wo sie sich festsetzen wollen, und h drehende Bewegungen einen Faden nach n, bis die Anheftung gesichert erscheint.

lb dieser Schalen liegt der platte, von der zusammengedrückte Körper, für dessen Be- wir wieder genau dieselben Bestimmungen wie für diejenigen der Schalen. Dieser d zuerst eingeschlossen von zwei seitlichen welche hart an der innern Fläche der Schale anliegen und der Mantel genannt werden. In den meisten Fällen sind die Mantelblätter nach unten hin frei, während sie an dem Schloßrande der Schale und an dem Sacke, welcher die Eingeweide umhüllt, angewachsen erscheinen. Die Ränder eines solchen freien Mantels sind fast stets mit Fortsätzen, Zäpfchen oder Wärzchen besetzt, welche sehr verschiedene Gestalten annehmen und oft zu langen Fühlfäden auswachsen, die in mehrfachen Reihen den Mantelsaum belleiden. In der Regel sind diese Fühlfäden in der Gegend des Afters, dann auch des Mundes am ausgiebigsten entwickelt und selbst dann an diesen Stellen vorhanden, wenn sonst der freie Mantelsaum glatt ist. Am After namentlich fehlen sie wol keinem Muschelthiere, und es mag dies mit der Tendenz zur Verwachsung der beiden Mantelhälften zusammenhängen. Bei vielen Muschelthieren nämlich vereinigen sich die beiden Mantelhälften mit ihren untern freien Rändern auf eine größere oder geringere Strecke, und es bleiben dann nur einige Schlitze übrig, welche für den Mund und den Zutritt des den Athemorganen bestimmten Wassers, für das Durchlassen des Bewegungsorgans oder Fußes und für den After bestimmt sind. Bei denjenigen Muscheln, welche sich in Schlamm, Sand oder Steine einbohren, schließt sich der Mantel noch mehr, sodaß er völlig sackförmig den Körper umschließt, keinen vordern Mundschlitz hat, sondern nur nach hinten in zwei mehr oder minder lange Röhren (Siphones) sich auszieht, von welchen die eine, die Athemröhre, das für die Kiemen bestimmte Wasser und damit auch die Nahrungsstoffe einzieht, die andere, die Afterröhre, dieses Wasser mit dem Unrathe wieder austreten läßt. Beide Röhren sind zuweilen in eine einzige Doppelröhre miteinander verwachsen und ihre Länge steht mit der Länge der Bohrlöcher, welche die Thiere sich machen, in Verhältniß. Die Tastwärzchen und Fühler stehen in solchen Fällen bei mehr oder minder geschlossenem Mantel nur an den Rändern der Schlitze oder an der Mündung der Röhren.

Die Hauptmasse der dünnen, an den freien Rändern verdickten Mantelblätter besteht aus mannichfach gekreuzten Sehnen und Muskelfasern, die von vielen Gefäßen und Nerven durchzogen werden. Auf seiner innern Fläche ist der Mantel von stets flimmernden Wimpern besetzt, die sich überhaupt auf fast allen Oberflächen, innern wie äußern, der Muschelthiere vorfinden und für das Athmen und Ernähren derselben von der größten Bedeutung sind. In dem Mantelrande finden sich drüsige Bildungen, welche zur Absonderung der Stoffe dienen, aus denen die Schale zusammengesetzt ist. Man findet deshalb zu den Zeiten, wo die Schalenbildung besonders lebhaft ist, eine milchige Flüssigkeit in dem Mantelrande, die mit Säuren aufbraust und vielen Niederschlag von kohlensaurem Kalke enthält. Die Umrisse des Mantels zeigen sich bei den meisten Muscheln sehr deutlich auf der innern Fläche der Schalen und dienen wesentlich zur Erkenntniß der einzelnen Arten und Familien.

Die Bewegungsorgane der Blattkiemer sind zweierlei Art. Zum Schließen der Schalen dienen entweder nur ein mittlerer, oder zwei, vorn und hinten angebrachte Quermuskeln, die bald gleich, bald ungleicher Größe sind.

Das Organ der Ortsbewegung, der Fuß, ist stets auf der Bauchseite der Muschel und meistens in solcher Größe ausgebildet, daß er zwischen den Schalen hervorgestreckt werden kann. Bei denjenigen Muscheln, welche sich anheften, ist diese frei bewegliche Muskelmasse nur sehr rudimentär oder fehlt auch

gänzlich, während sie bei andern, die im Sande kriechen, oft eine bedeutende Größe erreicht. Meistens ist der Fuß beilförmig und bildet die vordere Schneide des Eingeweidesacks, an dessen Seiten seine Sehnenfäden hinaufsteigen, um sich in der Nähe des Schlosses an die Schalen festzusetzen; zuweilen ist er dünn, lang, zungenförmig oder halig gekrümmt, wie bei der Herzmuschel (Taf. 31, Fig. 15), in andern Fällen wieder dick, walzenförmig und mit einer Art von Scheide versehen. Es hängt diese Form des Fußes wesentlich mit seiner nähern Bestimmung für das Thier zusammen. Die beilförmige oder zungenförmige Gestalt findet sich bei solchen Blattkiemern, die, wie unsere Flußmuschel, im Sande kriechen; die Muscheln mit kniefömig eingebogenem Fuße schnellen sich sogar mit demselben, wie mit einer Feder, springend fort. Löffelförmige oder ähnliche Gestalt, wie bei der Miesmuschel, dient wesentlich zum Spinnen des Bartes, womit sich die Muscheln anbesten. Bei solchen Thieren findet sich am Grunde des zungenförmigen Fußes eine Grube, deren Boden durch eine Menge weicher, aufrechtstehender Lamellen quer gefurcht erscheint und so eine Menge von Rinnen darstellt, in welchen die weiterhin zerfaserten Hornblätter des Bartes festsitzen. Von dieser Grube geht eine ebenfalls drüsig aussehende Furche an dem löffelförmigen Fuße hinauf, dessen Spitze besonders als Tastorgan dient. Der Stoff der Byssusfäden ist anfangs klebrig, erhärtet aber dann zu einem hornartigen Gewebe, das man sogar bei einigen Muscheln, wie z. B. der Steckmuschel, zum Spinnen eines seidenartigen Stoffs benutzt.

Eine ganz entgegengesetzte Form des Fußes zeigen die eigentlichen Bohrmuscheln (Pholas, Saxicava, Teredo, Gastrochaena u. s. w.). Viele dieser Thiere bohren in Holz, selbst in Eichenholz und Mahagoni, andere in Stein und zwar meistens Kalkstein oder Schiefer, tiefe röhrenartige Gänge, in denen sie zeitlebens stecken bleiben. Sie haben meist einen wurmförmigen Körper und sackartig geschlossenen Mantel, der nur vorn für den Fuß geöffnet und hinten in lange Athemröhren ausgezogen ist.

Kein Muschelthier besitzt einen eigentlichen Kopf; die Mundspalte befindet sich an dem vordern Ende des Körpers und nirgends sieht man in ihrer Nähe besondere Sinnesorgane oder eine Abschnürung, welche einen Kopf herstellte. Das Nervensystem besteht aus einzelnen Ganglien, die durch Stränge miteinander verbunden sind und von denen man in der Regel drei Paar unterscheiden kann. Ein Paar solcher Knoten liegt unmittelbar neben dem Munde auf der obern Seite des Schlundes und ist durch einen Querstrang über den Schlund hinüber brückenartig miteinander verbunden. Von diesem Schlundknotenpaare gehen zwei Hauptverbindungsstränge ab, die einen nach unten, um sich mit einem Paar Knoten zu vereinigen, die in dem Fuße unmittelbar unter den Eingeweiden liegen, die andern nach hinten, wo in der Nähe der Kiemenblätter ebenfalls ein Paar von Hauptnervenknoten liegt. Zuweilen verschmelzen die Bauch- oder Fußnervenknoten, zuweilen auch die Kiemenknoten in eine einzige Masse, sodaß hierdurch sowie durch die wechselnde Lage der Knoten eine ziemliche Mannichfaltigkeit in die Anordnung des Nervensystems gebracht wird. Die Schlundknoten versorgen die Umgebung des Mundes, den vordern Theil des Mantels und die vordern Schließmuskeln; die hintern Knoten die Kiemen, die hintere Mantelhälfte und deren Röhren; das Fußpaar den Fuß mit Nervenfäden.

Sinnesorgane finden sich bei vielen Blattkiemern, und zwar sowol Gehörorgane als Augen. Die Gehörorgane bestehen aus runden, durchsichtigen, aber ziemlich festen Kapseln, die eine Flüssigkeit einschließen, in welcher ein durchsichtiger, krystallinischer Kern von kohlensaurem Kalk durch die Wirkung von Flimmerhaaren hin- und hergetrieben wird. Es liegen diese beiden Gehörkapseln unmittelbar vor den Nervenknoten des Fußes, mit denen sie meist nur durch einen sehr kurzen Gehörnerven verbunden sind, und sie kommen wol allen Muschelthieren ohne Ausnahme zu.

Weniger verbreitet sind die Augen, welche man besonders bei den Kammmuscheln als runde, wie Edelsteine glänzende Punkte an den Mantelrändern erkannte. Bei genauerer Untersuchung erscheinen dieselben braun-, grün- oder rothgefärbten kugelförmigen Augen, welche meistens auf kurzen Stielen stehen, bestehen aus einer durchsichtigen Hornhaut, einer Pigmentschicht, die zuweilen selbst eine Iris bildet, aus einem lichtbrechenden Körper zusammengesetzt.

Die Verdauungsorgane der Blattkiemer sind äußerst einfach. Zu beiden Seiten des Mundes befinden sich fast immer zwei, nur selten ein Paar, meist dreieckige Läppchen, die sogenannten Mundlappen, welche in ihrer Structur den Kiemen gleichen und mit einem äußerst lebhaften Wimperhaarzuge versehen sind. Diese Mundlappen, welche man bei sehr wenigen Gattungen verkümmert erscheinen oft aber sehr lang, riemenförmig oder spiralförmig gewunden sind, vereinigen sich zu einer Rinne, die zu dem Munde hinführt und in welche durch die Wimperbewegung die feinzertheilten Futterstoffe zusammengetrieben werden. Außerdem dienen diese Lappen wol noch ohne Zweifel als Tastorgane in ähnlicher Weise wie die Mantelränder.

Die Mundöffnung der Blattkiemer ist stets unbewaffnet und zeigt namentlich nie eine Spur von Kiefern, Zähnen oder einer Zunge; sie führt entweder unmittelbar oder mittels einer kurzen Speiseröhre in einen geräumigen Magen, der ebenso wie der schlauchförmige, bald mehr, bald minder gewundene Darmkanal in der Masse der Leber, theilweise selbst im Eierstocks vergraben liegt. Der Mastdarm wendet sich bei allen Muschelthieren mehr nach oben gegen das Schloß der Schale hin, durchbohrt meistens das Herz und öffnet sich in dem hintern Winkel der Schale, entweder auf einer kurzen Warze oder in der Afterröhre des Mantels. Die Leber ist bedeutend groß und läßt sich meist nur schwierig von den Windungen des Darms trennen.

Das Herz aller Blattkiemer ist einfach und liegt in der Rückengegend in der Nähe des einfachen Afters, wenn zwei Schließmuskeln vorhanden, in der Nähe des hintern Schließmuskels gelegen; es ist deutlich von einem Herzbeutel umschlossen, der eine schleimige Flüssigkeit enthält, und besteht aus einer Kammer und zwei seitlichen Vorhöfen, die weit dünnere Wände haben. Die Herzkammer wird fast bei allen Muschelthieren ihrer ganzen Länge nach von dem Mastdarm durchbohrt: ein Verhalten, von welchem hauptsächlich nur die Archeumuscheln eine Ausnahme machen. Von der Herzkammer aus gehen fast überall zwei große Blutgefäßstämme, von denen der eine nach hinten, der andere nach vorn sich erstreckt und dann sich in den Mantel und die Eingeweide sich verteilt. Von hier aus kehrt das Blut durch wandungslose Gefäße zurück, indem zugleich der ganze Eingeweidesack als Behälter für das rückkehrende Blut dient. Auch in den Kiemen strömt das Blut, welches vom

os ist, in durchaus wandungslosen Ka-
s erhalten die Kiemen hauptsächlich ihre
einem meist schwärzlichen, mit drüsigen
ersehenen Sad, welcher hinter dem Her-
d offenbar das erste Rudiment einer
lt.

norgane sind bei allen Muschelthieren
ne aus blättrigen Kiemen gebildet, welche
nter dem Mantel, zu beiden Seiten des
ks sich befinden. Fast überall finden
: Seite zwei Kiemenblätter, von denen
welches dem Mantel anliegt, meist etwas
s das innere. Nur in höchst seltenen
(Lucina) ist ein Paar dieser Kiemen-
nmert und auf jeder Seite nur ein Blatt
Nach unten hin sind die Kiemenblätter
verwachsen aber zuweilen an ihrem hin-
nach oben sind sie an dem Einge-
festigt. Die Structur dieser Kiemenblätter
nerkwürdig; durch knorpelige Fäden sind
felder geschieden, die wieder durch Quer-
nzelne schmale Fächer getheilt sind. Da
liemenblatt aus einer doppelten Lamelle
entstehen ebenso viele Taschen mit Quer-
e alle in die Mantelhöhle ausmünden.
der Falten und Taschen sind mit außer-
roßen und äußerst lebhaft schwingenden
en besetzt, welche beständig den Zustrom
erneuern. Eine Abweichung von diesem
t sich besonders bei den Kammmuscheln
chenmuscheln, wo die einzelnen Knorpel-
sind und so das Kiemenblatt aus einer
ner, oft hakenförmig gekrümmter, palissa-
ebeneinanderstehender Bläschen gebildet

ten Blattkiemer sind getrennten Ge-
und vielleicht sind die wenigen Aus-
lche man bisjetzt zu kennen geglaubt hat,
Anschauung begründet. Die Eierstöcke oder
übrigens im Aeußern ganz gleich gebildet,
rch mikroskopische Untersuchung kann man
t genauer unterscheiden. Sie bilden eine
Masse unter und hinter der Leber, die theil-
Windungen des Darmkanals umhüllt und
sogar in die Mantelblätter vordringt. Die
meist eine gelbliche oder selbst rothe Farbe,
r Same milchweiß erscheint, und die Aus-
nge der einzelnen Drüsenlappen vereinigen
in einem Schlitze, der entweder neben dem
: Niere sich befindet oder selbst mit diesem
lich mündet.

twickelung der Eier ist bisjetzt nur bei
gen Arten, und auch hier nur unvollständig
Die Eier, in welchen man anfangs eine
e Dotterhülle, einen körnigen Dotter, ein
mbläschen, welches stets zwei Keimflecke ent-
lich unterscheidet, treten aus dem Schlitze
) werden meistens in die Fächer der äußern
ifgenommen und dort ausgebrütet. Diese
) zur Fortpflanzungszeit strotzend mit Eiern
d bei manchen Gattungen erscheinen die
er weiblichen Individuen behufs der Auf-
: Eier in die Kiemenblätter bauchiger als
nännlichen, sodaß es möglich ist, an den
das Geschlecht zu unterscheiden. Während
ifenthalts in den Kiemenblättern geht die
bildung des Eies zu einer völligen Larve
welche in vieler Beziehung von dem erwach-
ere sehr verschieden ist.
rklüftung des Dotters bis zur vollständigen

Bildung der Zellen, welche den Körper des Embryos zusammensetzen, geht ganz in der gewöhnlichen Weise vor sich. Aus der Zellenanhäufung geht ein kugelförmiger Embryo hervor, der auf seiner ganzen Oberfläche mit Wimperhaaren bedeckt ist und sich beständig innerhalb des Eies um seine Achse herumdreht. Allmählich wächst eine Schale heran, die bei unsern Flußmuscheln ziemlich allgemein aus zwei biegsamen, dreieckigen Hälften besteht, welche mit einem geraden Schloßrande aneinanderstoßen und anfangs wie ein Sattel auf der Embryonalmasse aufliegen. Die Schalen wachsen mehr und mehr und die Flimmerbewegung, welche anfangs auf der ganzen Oberfläche bestand, concentrirt sich nach und nach auf einen wulstförmigen Theil, der dem Schloßrande gegenüber hervorgestreckt und zurückgezogen werden kann. Dieses Wimpersegel ist mit langen Flimmerhaaren besetzt und dient dem Embryo, der es willkürlich bewegen kann, zum Schwimmen. Bald unterscheidet man auch die beiden Hälften des Mantels und einen anfangs einfachen Muskel, der durch zuckende Zusammenziehungen die Schale zu schließen sucht, sowie längere zum Zurückziehen des Wimpersegels bestimmte Muskelmassen. Dann erscheint der Fuß, auch bei denen, bei welchen er, wie z. B. bei den Austern, später rückgebildet wird, das Nervensystem mit den Ohrbläschen, die Kiemen und zuletzt das Herz, während der Darm mit der Leber sich schon früher differenzirt. Die so gestalteten Larven der Meermuscheln schwimmen frei umher; die unserer Süßwassermuscheln bleiben in den Kiemenfächern bis zur völligen Ausbildung eines langen Fadens, der aus ihrer Mitte hervorgeht, und werden in sehr unausgebildetem Zustande und von der definitiven sehr verschiedenen Form von der Muschel mit dem Kiemenschleime ausgestoßen. Sie heften sich nun an Fische, besonders junge, und namentlich an die Flossen, graben sich in die Haut ein, leben eingekapselt als Schmarotzer lange Zeit ohne Veränderung. Ihre weitern Entwickelungsphasen sind bekannt.

Alle Muschelthiere ohne Ausnahme leben im Wasser, die meisten im Meere. Durch die Fixirung großer Massen kohlensauren Kalkes spielen sie eine bedeutende Rolle im Haushalte der Natur. Mehrere Arten, wie ganz besonders die Austern, sind als Nahrungsmittel geschätzt und Gegenstand eines sehr bedeutenden Handels. Andere liefern die echten Perlen, und in kalkarmen Gegenden werden die Schalen gebrannt, um Kalk zu Mörtel zu haben. Einige Arten sind schädlich durch ihr Bohren in Holzwerk. Viele Arten dienen als Köder beim Fischfang und von andern wird die Perlmutter gewonnen.

Ordnung der Röhrenmuscheln (Inclusa).

Mantel zur Röhre geschlossen; Schalen ohne eigentliches Schloß, stets weitklaffend und meist in secundäre Kalkröhren eingeschlossen; sehr lange Siphonen. Bohren im Grunde, in Steinen und Holz.

Bei der einen Familie, den eigentlichen Bohrmuscheln (Pholadida), umschließen die vorn und hinten weit klaffenden Schalen den Körper noch vollständig. Die beiden Klappen sind in einer ziemlichen Strecke am Schlosse durch einen löffelförmigen Fortsatz verbunden. Der Fuß ist kurz, dick und rund, die hintere Röhre einfach, aber durch eine innere Scheidewand getheilt. Die Bohrmuscheln bohren sich in einer gewissen Tiefe unter dem Wasserspiegel am liebsten in kalkige senkrechte Felsmassen wagerecht ein, verschmähen aber auch Korallen und selbst Schlamm nicht.

Die in Kalk oder weichen Stein bohrenden werden gern gegessen.

Die Pfahlwürmer (Teredida) sind bekannt durch die ungeheuern Verheerungen, die sie in Häfen und Werften an dem unter Wasser befindlichen Holze anrichten. Das Thier hat etwa die Dicke und Länge eines Regenwurms und endet nach hinten in zwei lange, zuletzt getrennte Röhren. Die Schälchen am vordern Ende sind außerordentlich klein, dünn und unregelmäßig in ihrer Gestalt. Am hintern Ende des Körpers, wo die Röhren anfangen, finden sich zwei schauselförmige knorpelige Anhänge, durch welche das Thier mit der Kalkröhre, mit der es seine Galerie auskleidet, verwachsen ist. Sie zernagen alles Holz, selbst das festeste, ohne Unterschied und durchbohren es mit Millionen sich so sehr durchkreuzender Gänge, daß es vollkommen unhaltbar wird und zusammenbricht. Die Jungen werden in dem Mantelsacke ausgebrütet und besitzen als Larven zwei große, fast dreieckige Schalen, die den Körper vollständig umschließen und aus denen sie ein lappenförmiges, mit lebhaft schwingenden Wimperorganen besetztes Schwimmorgan hervorstrecken können. Später wird dieses durch einen langen zungenförmigen Fuß ersetzt, der bei dem erwachsenen Thiere ebenfalls vollständig verschwunden ist. Die Abbildung (Schiffsbohrer, Teredo navalis, Taf. 31, Fig. 10) zeigt das aus der Kalkröhre herausgenommene Thier mit den beiden nach oben gerichteten Siphonen. Andere, in noch festern, mit Siebplatten geschlossenen Röhren eingehüllte Gattungen (Aspergillam) finden sich im Sande.

Ordnung der Zweimuskler (Dimyaria).

Zwei Schließmuskeln der Schalen.

Gruppe der Gleichmuskler (Isomyaria).

Untergruppe der Mantelbuchtler (Sinupalliata).

Die Thiere haben lange Siphonen und infolge dessen eine hintere Mantelbucht, welche einen Eindruck auf die Innenseite der Schalen hinterläßt. Die zwei Schließmuskeln sind etwa gleich an Größe.

Bei den Sandmuscheln (Myacida) ist der Mantel ringsum geschlossen und hat ganz vorn einen Schlitz zum Durchtritt des meist kurzen, aber massiven Fußes, der aus dem vordern offenen Ende der Muschel hervorgestreckt wird. Die hintern Mantelröhren sind bei den meisten ungeheuer lang und zuweilen in eine einzige Doppelröhre verwachsen. Die Muscheln sind gleichschalig, gleichseitig und stets an beiden Enden klaffend; oft sogar in so bedeutender Weise, daß die äußern Ränder sich kaum berühren. Das Schloß ist unregelmäßig, entweder gar nicht oder nur schwach gezähnt; die beiden Schließmuskeln aber sowie der tiefe Ausschnitt des Mantels deutlich an ihren Eindrücken auf den Schalen zu erkennen. Die zahlreichen Gattungen und Arten dieser Klassmuscheln, welche alle im Schlamme und Sande sich einbohren, haben zu allen Zeiten der Erdgeschichte den Strand der Meere bewohnt und bieten deshalb schätzbare Erkennungszeichen für den Geologen bei Bestimmung der einzelnen Schichten.

Die Abbildung zeigt das aus der Schale genommene Thier mit dem in den Mantel eingehüllten Körper und den langen Siphonen einer sehr großen, im Schlamme wohnenden Art (Schlammuschel, Panopaea australis, Taf. 31, Fig. 11).

Die Venusmuscheln (Venerida) haben schön geformte und gefärbte, sehr harte, rundliche oder oblonge regelmäßige Schalen, dreieckiges, meist mit drei Zähnen versehenes Schloß, zusammengedrückte Siphonen mit tiefer Mantelbucht. Die Füße frei beweglich, wie die Art, von welcher die Innenseite abbilden (Venusmuschel, Taf. 31, Fig. 14); andere bohren in Steinen und unter dem Namen Meerdatteln als Speise (Steinbohrer, Petricola pholadiformis).

Wir übergehen einige andere Familien mit langen und schmalen Messerscheiden, die gegessen werden, die Trogmuscheln (Mactrida) und andere.

Untergruppe der Ganzmantler (Holopalliata)

Die Siphonen sind meist kurz, nicht ausgebildet; der Mantel ohne Bucht; die beiden Muskeleindrücke gleichgroß.

Die Herzmuscheln (Cardida) haben dickschalige, meist fast gleichseitige, überall wenig schalige Muschel mit vorstehenden, meist nach hinten gerichteten Wirbeln, die von vorn oder hinten betrachtet die Gestalt eines Kartenherzens bieten. Die Zähne sind stark, unregelmäßig, das Band kurz und dick. Das große und dicke Thier hat einen ganzen Mantel, dessen Umriß indeß überall dem Schalenrande folgt, sodaß der Mantel an den Schalen keine Bucht zeigt. Der Geschlechtsapparat hat vorn einen Schlitz zum Durchtritt des schmalen, mit scharfer Schneide versehenen Fußes, der in der Mitte kniesörmig gebogen ist und mit chem das Thier schnellend auf dem Sande springt. Nach hinten ist der Mantel in Röhren verlängert, die nach Willkür ausgezogen werden können. Mehrere Arten werden an den Küsten gegessen (Cardium edule — Französischen Südfranzosen, Capa tonda der Italiener). Abbildung (Herzmuschel, Cardium edule, Taf. 31, Fig. 15) zeigt das Thier einer in der Mitte stehenden Art in der rechten Schale. Der Fuß mit der Mantelhälfte sind weggenommen, um den langen, kniesörmigen Fuß, über ihm die Kiemenlappen und den vordern Schließmuskel, über ihm die Kiemenblätter und hinten die Siphonen.

Die Flußmuscheln (Najades) bewohnen süße Wasser und sind besonders in der gemäßigten Zone Nordamerikas in äußerst zahlreichen Arten vorhanden. Unsere Teich- und Malermuschel gehören zu den besten Typen dieser Familie, die sich durch mäßigen, gleichschaligen und fast gleichseitigen Muscheln auszeichnet, die meistens zierliche Schalen und eine dicke Perlmutterschicht sowie eine wenig entwickelte Oberhaut besitzen, welche sich leicht abschälen. Die Siphonen liegen fast in der Mitte des Schlosses, sind lang und hohl, bald mit stark vorspringenden Spitzen versehen ist, die einen vollständigen Siphonenkorb bilden. Das Schloßband liegt außen, die Schließmuskel liegen nahe an dem Vorder- und Hinterrande der Schale und sind fast gleich stark. Der Fuß ist groß und kriecht langsam im Sande oder auf dem langen kielförmigen Fuße. Der Mantel ist in seiner ganzen Länge nach vollkommen geschlossen, nur nehmen hintern, meist etwas verlängerten Siphonen sind stumpfen Tastwarzen besetzt. Die Kiemenblätter sind jederseits hinter dem Fuße mit einander verwachsen, die Eier meist hochroth oder gelb, die Kiemenblätter zur Fortpflanzungszeit mit Eiern angefüllt. Die abgebildete Art (Malermuschel

Fig. 16) gemein in Flüssen und Seen
s. Die nur wenig verschiedene Fluß-
l (Unio margaritiferus) kommt in Deutsch-
en Bächen vor und wird in Sachsen und
Perlengewinnung ausgebeutet, wobei aber
rauskommt, da die Flußperlen den See-
Schönheit und den künstlichen an Wohl-
tehen.

gehen zahlreiche Familien dieser Unter-
Erbsenmuscheln (Cycladida) in unsern
Teichen, die schweren Gienmuscheln
ie Riesenmuscheln (Tridacnida), häufig
en oder Brunnenbecken benutzt, die Ar-
ln (Arcida) und andere, alle im Meere.

er Ungleichmuskler (Heteromya).

hließmuskeln, von welchen aber der
ur klein oder kaum entwickelt ist.
el ganz, stets vollkommen gespal-
Siphonen.

lenmuscheln (Aviculida) zeigen gleich-
ßen blätterige, innen sehr glatte Schalen,
die Lamellenschicht so stark ist, daß sie als
utter verarbeitet werden kann. Die Mu-
gleichschalig und gleichseitig, die Wirbel
geneigt, das Schloß gerade, linienförmig,
anz zahnlos oder nur mit einem sehr un-
Vorsprung versehen. Das Schloßband
ißen in einem Falze des Schloßrandes, der
vor den Wirbeln einen Ausschnitt für den
des Bartes zeigt. Der Körper ist meist
platt und klein im Verhältniß zu dem
ntel, der an seinem ganzen Rande frei ist.
st klein, rundlich und der hintere Muskel
end gegen den vordern, dessen Eindruck
ht bemerkbar ist, daß man manche Gat-
einmuskelig hielt. Die Mundlappen sind
n aber weit nach hinten in ziemlicher Ent-
n dem Munde. Diese Muscheln heften sich
Barte äußerst fest an oder stecken selbst mit
ts gerichteten Wirbeln tief in dem Boden,
ihre klaffenden Schalenränder hervorschauen.
zu dieser Familie die echte Perlenmuschel
n margaritifera, Taf. 31, Fig. 18 von
g. 19 von innen), welche sich hauptsäch-
ersischen Meerbusen, um Ceylon und in
en Theile der Rothen Meeres findet und
erei dort einen wesentlichen Erwerbszweig
e echten Perlen sind krankhafte Erzeugnisse
concentrischen Schichten derselben Substanz
us welcher die innere Lamellenschicht der
mmengesetzt ist. Die Perlenfischerei wird
cher betrieben, welche mit Gewichten be-
it einem Sack am Gürtel und einem Eisen
en der Muscheln bewaffnet, sich auf den
ablassen und dort die Muscheln abstoßen.
n Haifische wegen, welche in diesen süd-
eren vorkommen, erscheint das Taucher-
mlich gefährlich, auch ist für jeden Taucher
ein Mann bestimmt, der auf ein gegebenes
n mit der größten Geschwindigkeit in die
aufziehen muß. Ein Taucher läßt sich etwa
is funfzigmal im Tage hinab, und soll an
Orten bis zu mehrern Tausend Muscheln in
t sammeln können. Die gesammelten Mu-
den an die Sonne gelegt, wo sie bald ab-
assen und in Fäulniß übergehen. Man sucht
den verfaulten Muscheln die Perlen aus,
reinigt und polirt sie mit zerstoßener Perlmutterfubstanz und liefert sie dann in den Handel.

Die Fischerei ist jetzt fast nur noch im ostasiatischen Meere im Persischen Meerbusen, um Ceylon, Madagascar u. s. w. betrieben; um die Antillen hat sie aufgehört.

Derselben Art gehören auch die Steckmuscheln (Pinna) an. Die hier abgebildete Art (Schinkenmuschel, Pinna nobilis, Fig. 17) findet sich im Mittelmeere. Der gelbgraue, seidenglänzende Byssus wird an einigen Orten (Neapel) zu Geweben benutzt.

Die Miesmuscheln (Mytilida) stehen durch die Form ihrer Schalen, das zahnlose Schloß, die vorwärts geneigten Wirbel, den schmalen zungenförmigen Fuß und den an seinem Grunde befindlichen Bart, sowie durch die ungleichen Schließmuskeln der vorigen Familie sehr nahe, unterscheiden sich aber dadurch, daß hinten in dem Mantel eine besondere Oeffnung für den After sich befindet, unter welchem eine kurze, mit verdickten Tastfransen versehene Röhre den Athemschlitz bildet. Die in den europäischen Meeren so häufig vorkommende eßbare Miesmuschel, sowie die Steindattel, (Fig. 13) welche die Strandfelsen des Mittelmeers anbohrt, gehören zu dieser Familie.

Die Miesmuscheln (Moule der Franzosen, Pedochio der Italiener) werden in vielen Orten förmlich gezüchtet, indem man Pfähle, Faschinen u. s. w. in schlammigen Buchten einsenkt, an welchen sich die Brut der Muscheln festhaftet, die nach zwei Jahren eßbar sind.

Ordnung der Einmuskler (Monomya).

Ein einziger Schließmuskel in der Mitte der Schalen. Vollständig gespaltener ganzrandiger Mantel ohne Bucht und Siphonen.

Die niedrigste, aber für die menschliche Oekonomie wichtigste Ordnung.

Die Familie der Austern (Ostreida) wird von meist schweren, dicken Schalen gebildet, die gewöhnlich sehr unregelmäßig und ungleichschalig sind. Die Muscheln haben eine meist platte Linsengestalt und die meisten Gattungen sind mit der linken tiefern Schale angeheftet, während die rechte flache Schale als Deckel dient. Das Thier ist im Verhältniß zu den Schalen meist nur klein und hat entweder, wie bei den eigentlichen Austern, gar keinen Fuß oder nur einen höchst rudimentären. Die Mantelränder sind in ihrem ganzen Umfange frei; die Kiemen dagegen an ihrem äußern Rande miteinander verwachsen. Der Schließmuskel ist sehr groß, in der Mitte des Thiers gelegen und deutlich aus mehrern Abtheilungen zusammengesetzt, die bei einer Gattung sogar so sehr getrennt sind, daß sie drei deutliche, nebeneinanderliegende Eindrücke auf der einen Schale hinterlassen. Das Schloß ist klein, dreieckig und zahnlos oder höchstens aus zwei im Winkel zusammenlaufenden Leisten gebildet; das Schloßband liegt innerlich. Die Familie der Austern schließt sich am nächsten an die Armfüßler durch die Gattung Anomia an, bei welcher die untere flache Schale von einem knorpeligen Fortsatz der mittlern Abtheilung des Schließmuskels durchbohrt wird, welcher Fortsatz zum Anheften an Felsen dient. Bei den meisten Gattungen dieser Familie sind die Schalen äußerst blätterig, etwa wie bei der gewöhnlichen Auster. Diese, welche fast an allen europäischen Küsten vorkommt und bekanntlich eine leckere Speise bildet, siedelt sich auf weite Strecken hin in bedeutenden Massen, sogenannten Austerbänken an. Sie wird mit eigenthümlichen Schleppnetzen aufgefischt, welche mit einem eisernen Rechen versehen sind, den

man auf dem Meeresgrunde hin- und herschleift. Man reißt auf diese Weise die Austern ab, die man dann, um sie mit allerlei Stoffen, Abgängen aus Schlachthäusern u. s. w. zu mästen, in eigene, durch Meerwasser gespeiste Behälter bringt, welche man Austernparks nennt, und von wo sie dann wohlverpackt, lebend versendet werden. Durch den vollkommenen Schluß ihrer Schalen behalten die Thiere eine große Quantität von Meerwasser, das zur Unterhaltung ihrer Athmung dient, und lassen sich auf diese Weise lange am Leben erhalten.

In neuern Zeiten wird die Austernzüchtung, die indessen bisjetzt nur geringe Erfolge gehabt hat, ganz besonders aber die Mästung in den Parks methodisch betrieben. Der Umsatz in dem Austernhandel ist ungemein bedeutend und wird für Nordamerika, wo die Auster zur Volksnahrung beiträgt, allein auf 25 Millionen Dollars geschätzt. Die an verschiedenen Küsten vorkommenden Arten und Varietäten haben sehr verschiedenen Geschmack. Die abgebildete Art ist die gewöhnliche der Nordsee (Auster, Ostrea edulis, Taf. 31, Fig. 22).

Unter den lebenden Austern kommen Arten mit hakenförmig eingebogenem Wirbel vor, ähnlich der fossilen Form aus dem Oberjura, die wir abbilden (Exogyra virgula, Fig. 23).

Die Familie der Kammmuscheln (Pectinida), welche den Austern am nächsten steht, unterscheidet sich von ihnen auf den ersten Blick durch die fast regelmäßige, beinahe gleichklappige Schale, die meistens auch fast gleichseitig ist, und durch die Festigkeit der Structur, welche keine solchen Blätter zeigt, wie bei den Austern. Fast alle Schalen dieser Familie zeigen auf ihrer äußern Oberfläche Fächerfalten, die von den Wirbeln nach dem freien Schalenrande ausstrahlen. Die Thiere sind im Verhältniß zu der Schale weit größer als die Austern, im übrigen aber denselben außerordentlich ähnlich. Der Mantelrand ist vollkommen frei, meistens aber mit sehr langen und dicken Fühlfäden besetzt, zwischen welchen zahlreiche, oft smaragdglänzende Augen sitzen. Der stets vorhandene Fuß ist stets sehr klein und kann höchstens zum Spinnen von Byssusfäden, nicht aber zum Kriechen benutzt werden. Die meisten Gattungen dieser Thiere sitzen auf der einen Schale oder mit Byssusfäden fest, welche bei einigen durch eine Ausbucht oder selbst durch einen tiefen Einschnitt der einen Schale hervortreten. Die eigentlichen Kammmuscheln (Kammmuschel, Pecten varius, Fig. 20) sind die einzigen Blattliemer, welche durch lebhaftes Auf- und Zuklappen ihrer Schale ziemlich rasch schwimmen können und die man auch deshalb sowie wegen ihrer bunten lebhaften Farben oft die Schmetterlinge des Meers genannt hat.

Ihnen nahe stehen die schweren Klappmuscheln (Spondylus spinosus, Fig. 21), deren Schale ebenso wie die der großen Jakobsmuscheln (Pecten jacobaeus) zu Schüsselchen für seine Gerichte benutzt werden. Alle diese Thiere werden gegessen.

Wir schließen an die Weichthiere einige Klassen an, über deren Stellung man, je mehr Studien gemacht werden, desto unsicherer werden muß. Daß die Armfüßer (Brachiopoda), die man wegen ihrer zweiklappigen Schale bisjetzt zu den Muschelthieren stellte, bald nur als Ordnung, bald als Klasse, überhaupt nicht zu den Weichthieren gehören, sondern einem andern Organisationsplane beigestellt werden oder selbständig einen bilden müssen, steht durch die neuesten Untersuchungen von Kowalewski namentlich fest — aber es will uns deshalb nicht räthlich erscheinen, sie ebenso wie die sogenannten Molluskoiden (Mantel- und Moosthiere) den Würmern zuzuweisen, die am Ende die Rumpelkammer werden, in welche man alles hineinwirft, was nicht leicht unterzubringen ist. Wir ziehen also vor, diese Klassen, deren verwandtschaftliche Beziehungen so schwer zu entwirren sind, hier abzuhandeln, ohne sie einem bestimmten Kreise oder Organisationsplane zuzutheilen.

Klasse der Armfüßer (Brachiopoda).

(Tafel 31. Figur 5 bis 9.)

Festsitzende, kopflose Thiere mit einer Rücken- und einer Bauchschale und entsprechenden Mantellappen und spiralig aufgerollten Armen, ohne Kiemenblätter, Fuß und Schloßband.

Der Körper dieser Thiere ist stets von einer zweiklappigen Schale umschlossen und entweder durch eine Schale oder durch einen bald sehnigen, bald fleischigen Stiel an dem Boden angeheftet. Man könnte sie also den Muschelthieren anreihen, wenn die Lagerung der Theile nicht eine ganz andere wäre. In der That werden die Muscheln durch einen Plan, welcher senkrecht von dem Schloßrande nach dem Schalenrande gelegt wird, in zwei gleiche, symmetrische Hälften getheilt, sodaß sie eine linke und eine rechte Schale haben. Bei den Armfüßern aber muß der Plan, der die Eingeweide und den ganzen Körper in zwei symmetrische Hälften theilt, mitten durch die Schalen gelegt werden, sodaß sie also eine obere (Bauchschale) und eine untere (Rückenschale) besitzen. Der Körper der Muschelthiere ist von den Seiten her zusammengedrückt, der der Armfüßer von oben her; das Schloß der Muschelschalen steht parallel mit der Körperachse, das Schloß der Armfüßerschalen in rechtem Winkel zur Körperachse. Der Körper ist innerhalb der Schalen von zwei aus sehnigen und contractilen Fäden gewebten Blättern eingefaßt, welche nach unten zu frei sind, nach oben hin aber einen Sack bilden, in welchem die Eingeweide eingeschlossen sind. Die freien Blätter dieses Mantels, welche dem äußern Umrisse der Schale nachgebildet sind und unmittelbar an der Innenfläche derselben anliegen, bestehen aus zwei aneinanderliegenden Lamellen, von welchen die äußere, den Schalen zugekehrte am Rande mit spröden steifen Borsten besetzt ist, während die innere zahlreiche blasige Gefäßerweiterungen trägt und außerdem noch häufig Verzweigungen der Geschlechtsorgane. Schlägt man diese Mantelblätter zurück, so entdeckt man zuerst zwei eigenthümliche Arme, die zu beiden Seiten des Mundes angebracht sind. Diese Arme, welche der ganzen Klasse den Namen gegeben haben, sind meistens spiralförmig aufgerollt und bestehen aus einer muskulösen Röhre, die nach beiden Enden hin geschlossen und während des Lebens mit Flüssigkeit erfüllt ist. Auf der Außenseite sind diese Arme mit außerordentlich vielen contractilen Fäden besetzt, welche wahrscheinlich während des Lebens eine bedeutende Flimmerbewegung besitzen. Der Raum zwischen den freien Mantelblättern wird gänzlich von diesen Armen ausgefüllt, die bei verschiedenen Gattungen verschiedene Länge und Aufrollung zeigen und häufig durch besondere Kalkgerüste gestützt sind.

In der Mittellinie des Körpers neben dem Munde, wo die Wurzeln der beiden Arme zusammenstehen, befindet sich der nach unten gerichtete Mund, welcher nach oben in einen nur kurzen Schlund sich fortsetzt, der innerhalb des Eingeweidesacks in einen meist nur geringen Magen anschwillt und dann in einen gleichmäßig weiten Darmkanal sich fortsetzt, welcher zwischen den Lebermassen innerhalb des Eingeweidesacks

hrere Windungen macht und entweder
der auf der einen Seite zwischen den
nach außen zu sich öffnet. Die Leber
sehr bedeutend und meist in mehrere
gespalten, welche sich mit besondern
ängen in den Darmkanal öffnen.
ßsystem ist nicht geschlossen, sondern
nen in den Armen, dem Mantel und
Eingeweiden in Verbindung, welche die
nenräumen spielen. Das rundliche Herz
Rückseite des Magens und sendet Arte-
dit dem Gefäßsystem stehen zwei symme-
e gefaltete Trichter in Verbindung, welche
den Eingeweideraum, andererseits durch
dem Munde nach außen münden, drüsig
weder der Niere der Muschelthiere oder
kanälen der Würmer entsprechen. Diese
ane dienen auch zur Ausführung der
oducte.
oensystem besteht aus einem über dem
egenen Ganglion, welches die Nerven für
die zahlreichen Schließmuskeln und den
tellappen liefert, und zwei seitlichen, un-
en, die den vordern Mantellappen und
kel versorgen. Diese Ganglien sind durch
ge zu einem Schlundringe verbunden.
ane sind bisjetzt noch nicht nachgewiesen.
skeln bestehen aus vielen queren und
deln. Bei einigen ist der Stiel, durch
angeheftet sind, aus einer bedeutenden,
schuhähnlichen Röhre eingeschlossenen Mus-
mmengesetzt.
d Zwitter, andere getrennten Geschlechts.
htsorgane liegen paarig in der Einge-
und dringen mit traubenähnlichen Fort-
en die Mantelblätter ein.
ie Entwickelung bisjetzt bekannt ist, ent-
n Eiern eine mit Wimperkränzen versehene,
sämlich gestaltete Larve, welche manchen
sehr ähnlich ist. Einzelne Formen schei-
That als Wurmlarven beschrieben worden
Wahrscheinlich werden sie in nächster Zeit
rschungen über ihre Entwickelung eher den
ls den Weichthieren zugetheilt werden und
esondere Ausbildung der erstern infolge
ns betrachtet werden.
ißer kommen besonders in den ältern
er Erde in ungemeiner Häufigkeit vor, und
immt um so mehr ab, jemehr wir uns der
schöpfung nähern. In dem Uebergangs-
len sie für sich allein mehr als die Hälfte
Weichthiere, wenn man die Arten berück-
ährend sie jetzt kaum ein halbes Procent
ausmachen; und während in den ältern
die Individuen einzelner Arten so häufig
ie ganze Bänke bilden, so gehören sie jetzt
enern Arten, die nur hier und da vereinzelt
. Vielleicht indeß beruht diese verhältniß-
ltenheit zum Theil auch auf dem Umstande,
rnfüßer meist nur sehr große Tiefen be-
o sie weniger zugänglich sind.

ing der Schloßträger (Cardinata).

chale ist mit einem Schlosse versehen.
ie meist durch ein kalkiges, an der
Rückenschale befestigtes Kalkgerüst
Kein After.

Familie der Lochmuscheln (Terebratulida),
us Leisten bestehendes Gerüst ohne Kalkspi-
ralen für die Arme, zwei gewölbte Schalen, wovon die größere einen durchbohrten Schnabel zeigt, besitzt, gehören die meisten jetzt lebenden Arten und Gattungen. Bei der einen abgebildeten Art (Terebratulina caput serpentis, Taf. 31, Fig. 5) ist die eine Schale weggenommen, um die Arme zu zeigen; die andere fossile Art (Terebratula vulgaris, Fig. 9) ist Leitmuschel für den Muschelkalk.

Zur Familie der Schmetterlingsmuscheln (Spiriferida), die ungeheuere spiralig eingerollte Kalkgerüste der Arme besaß, aber ausgestorben ist seit dem Jura, gehört die abgebildete Art (Spirifer speciosus, Fig. 7), Leitmuschel der Grauwacke. Die Arbeiter nennen diese flügelförmig ausgezogenen Schalen versteinerte Schmetterlinge.

Den Papagaienmuscheln (Rhynchonellida), deren Armgerüst zwei parallele Schenkel zeigt und die noch in den europäischen Meeren Repräsentanten haben, gehört die abgebildete fossile Art (Pentamerus Knightii, Fig. 8), Leitmuschel in den sogenannten Pentamerenkalken des Devonischen Systems.

Ordnung der Schloßlosen (Ecardinata).

Kein Schloß. After rechts zwischen den Mantellappen.

Zur Familie der Zungenmuscheln (Lingulida), die von den ältesten Schichten bis auf die Jetztzeit fortgedauert hat und hornige, vollkommen gleiche Schalen und einen gewaltigen Muskelstiel besitzt, gehört die abgebildete Art (Entenmuschel, Lingula anatina, Taf. 31, Fig. 6; a Stiel, b Schale), die in der ganzen Südsee einheimisch ist.

Klasse der Manteltthiere (Tunicata).

(Tafel 31, Figur 24 bis 29.)

Kopflose, von einem derben Mantel, der nur zwei Oeffnungen hat zur Einfuhr und Ausfuhr, gänzlich eingehüllte Thiere. Einfacher Nerveknoten; Herz und Kiemen. Zwitter.

Der Körper der Thiere ist meist unförmlich, unregelmäßig cylindrisch, ei- oder walzenförmig, ohne alle äußere Anzeichen einer Theilung in besondere Regionen.

Die äußere Umhüllung des Körpers dieser Thiere wird stets von einer losen, mehr oder minder derben Hautschicht gebildet, welche den ganzen Körper wie ein Sack einschließt und nur zwei Oeffnungen, eine für die Aufnahme der Nahrungsmittel und des Wassers, die andere für den Auswurf derselben besitzt. Dieser Mantel, welcher bald mehr knorpelig, bald leder- oder gallertartig erscheint, ist merkwürdigerweise dem größten Theile seiner Masse nach aus wirklicher Holzfaser oder Cellulose gewebt, also aus einer stickstofflosen Substanz, welche sich weder in Säure noch in Alkalien löst und dem größten Theile nach die harten Bestandtheile der Pflanzen bildet. Die innere Structur dieses Mantels ist sehr genau erforscht; er besteht hauptsächlich aus einer hellen Grundsubstanz, in welcher Fasern und Zellen, oft aber auch verschiedenartig geformte krystallinische Anhäufungen von kohlensaurem Kalke sich finden. Von den beiden Oeffnungen, welche im Mantel vorhanden sind und die bald einander gegenübergestellt, bald genähert sind, führt die eine, die Einfuhröffnung, stets in die Athemhöhle, auf deren Grunde sich erst der Eingang in den Darm, der Mund, befindet. Es ist also für alle diese Thiere charakteristisch, daß das Athemorgan die Kieme, sich in ähnlicher Weise wie bei den Wir-

belthieren am Anfange und vor dem Eingange in den eigentlichen Schlund ausbildet. Bei den gemeinschaftlich lebenden Seescheiden fließt die äußere Mantelschicht der einzelnen Individuen zusammen, sodaß eine gemeinschaftliche Gallerthülle gebildet wird, in welcher die einzelnen Thiere stecken und aus welcher sie ziemlich leicht gelöst werden können. Die Auswurfsöffnungen sind bei vielen dieser Thiere so gestellt, daß sie in eine einzige Kloake münden, während jedes seine besondere Einnahmeöffnung besitzt.

Die letztern Manteltbiere leben entweder in Colonien oder vereinzelt und meistens am Boden festgeheftet. Ihre einzige Bewegungsthätigkeit beschränkt sich in diesem Falle auf Oeffnung und Schließung der Oeffnungen ihres Mantels und meist nur geringe Zusammenziehungen desselben. Die Freilebenden sind Schwimmer und bewerkstelligen dies auf eigenthümliche Weise. Sie schlucken nämlich das Wasser mit bedeutender Heftigkeit ein, und indem sie es mit ebenso großer Lebendigkeit wieder auspressen, werden sie durch den Rückstoß des ausströmenden Wassers vorwärts getrieben. Es werden diese Schlucbewegungen bei denjenigen Individuen, welche in Ketten vereinigt sind, gemeinschaftlich ausgeführt, und bei den Feuerzapfen, wo viele Individuen gemeinschaftlich in einem schwimmenden Mantel stecken, von diesem Mantel selbst bewerkstelligt.

Das Nervensystem der Manteltbiere besteht immer nur aus einem einzigen größern Nervenknoten, welcher stets in der Nähe der Einnahmeöffnung des Mantels auf der Rückenfläche sich befindet. Bei den Salpen sitzt auf diesem Nervenknoten, der fast die Gestalt eines Kessels hat, unmittelbar das einzige Auge auf, welches meist von dunkelrothem Pigment umgeben ist. Bei manchen Seescheiden hat man in der Umgebung der Mantelöffnungen, die durch einen Stern dreieckiger Fransen geschlossen werden können, ebenso viel gelb gefärbte Flecken wahrgenommen, als Fransen vorhanden sind. Man hat zwar diese Flecken für Augen erklärt, ohne aber genauere Beziehung zum Nervensystem nachweisen zu können. Große Augenanlagen, die aber rückgebildet werden, finden sich bei den Larven der Seescheiden. Hörorgane sind zweifelhaft. Als Tastorgane mögen die Fransen und Lippen an den Oeffnungen dienen.

Der Darmkanal ist bei den meisten Manteltbieren nur unvollständig entwickelt. Die Einnahmeöffnung des Mantels führt in einen sehr geräumigen weiten Sack, welcher die Kiemen enthält und an dessen Bauchseite eine von zwei flimmernden Falten umgebene Rinne, die Bauchrinne, welche von einem festen, im Mantel gelegenen Stabe, dem Endostyl, gestützt ist, gegen den Mund hinführt. Ganz im Hintergrunde dieses Sacks findet sich meist ziemlich verborgen die einfache, schlitzartige, stets wassenlose Mundöffnung, welche in einen gewöhnlich dünnhäutigen Darm führt, der mehr oder weniger deutlich in einen Magen und einen ausführenden Darm zerfällt. Der Darmkanal selbst ist meist mehrfach gewunden und öffnet sich in die Mantelhöhle, von wo aus die Excremente durch die Auswurfsöffnung ausgestoßen werden. Die Endigung des Darmkanals, der eigentliche After, befindet sich auf diese Weise oft ziemlich weit von der Auswurfsöffnung des Mantels, und zwischen diesen beiden Oeffnungen ist ein ziemlich weiter Raum, eine wahre Kloake, in welche außer den Excrementen die Producte der Geschlechtstheile, Samen, Eier und Junge, entleert und später durch die Mantelöffnung ausgeworfen werden.

Keinem Manteltbiere fehlt eine Leber, sie ist indeß in Verhältniß zu den übrigen [illegible] äußerst gering entwickelt. Sie [illegible] einer gelblichen oder bräunlichen [illegible] die Wandung des Darmkanals [illegible] deß zeigt sich ein Packet kurzer [illegible] bräunlich-gelbe Farbe besitzen und [illegible] sprochen werden.

Das Blutgefäßsystem der Man[illegible] entwickelt und die Bewegung desselben [illegible] eigenen schlauchförmigen Herzen [illegible] entweder in der Nähe des Athem[illegible] tief im Grunde des Körpers liegt. [illegible] zen aus gehen Blutströmungen, die [illegible] nälen ohne Wandungen verlaufen, [illegible] überall in den Zwischenräumen der [illegible] gane verbreiten. Merkwürdig und [illegible] aber der Umstand, daß bei allen [illegible] Richtung des Blutstroms periodisch [illegible] Herz, welches sich wurmförmig [illegible] zieht, macht eine gewisse Anzahl [illegible] der Richtung von hinten nach vorn, [illegible] plötzlich still und beginnt hierauf [illegible] wieder, aber in der Richtung von [illegible] So wechselt es in unregelmäßigen [illegible] oft von mehrern Minuten, ab und [illegible] sieht man das Blut abwechselnd von [illegible] strömen, dann stocken und hierauf [illegible] Richtung befolgen. Bei den durch[illegible] thieren kann man sich sehr leicht über[illegible] verschiedenen Richtungen des Blutstroms [illegible] Herzen angegeben werden, und daß [illegible] von dem Herzen aus fortgeschoben [illegible] nach und nach durch die Verzweigungen [illegible] fäße fortpflanzt. Man kann also [illegible] thieren durchaus nicht von Arterien [illegible] ab- und zuführenden Gefäßen sprechen, [illegible] tung des Blutstroms in den Gefäßen [illegible]

Die Athemwerkzeuge sind bei den [illegible] in hohem Grade entwickelt und nach [illegible] nen Typen gestaltet. Bei den Seeche[illegible] Wasser durch die Aufnahmeöffnung [illegible] einen weiten Kiemensack, dessen ganze [illegible] von einem Gitterwerke ausgekleidet [illegible] Maschen zeigt und wo jede Masche [illegible] haft schwingenden Wimperhaaren ausgeg[illegible] Wirbelstrom, den diese Wimperhaare [illegible] das Wasser durch die äußere Oeffnung [illegible] mensack herein. Jede Masche bildet [illegible] durch den das Wasser nach außen [illegible] Kloake sammelt und durch die Auswurfsöffnung [illegible] Mantels ausgestoßen wird. Bei den [illegible] bildet der Kiemensack den größten Theil [illegible] und die Kieme hat die Gestalt eines [illegible] der schräg von oben nach unten und [illegible] hinten in dem Sade ausgespannt ist. [illegible] Kiemensacks ist vollkommen glatt, [illegible] aber rundum mit flimmernden Rippen [illegible] einer großen Zahl von Gefäßen durch[illegible] Wasser wird vorn eingeschluckt, [illegible] und wird hinten wieder ausgeworfen.

Alle Manteltbiere sind Zwitter, [illegible] außer durch geschlechtliche Zeugung, [illegible] Knospen, theilweise selbst durch [illegible] Hoden und Eierstöcke stellen beide [illegible] dar, welche gewöhnlich an dem Darm[illegible] geheftet sind, und entwickeln sich nach [illegible] sodaß es einer mikroskopischen Prüfung [illegible] nach dem Inhalte die Organe zu [illegible] gattungsorgane fehlen durchaus. [illegible] befruchtet jedes Individuum seine [illegible]

m hervorgebrachten Samenthierchen. Die
g des Embryos sowie die Art und Weise
anzung ist bei jeder einzelnen Ordnung so
ch, daß wir sie bei diesen behandeln werden.

:ung der Seescheiden (Ascidiae).

ugen genähert, das Ganglion zwi-
ɔen. Kiemensack mit Kiemenspalten.
ɔnung besteht aus völlig unsymmetrischen
ren beide Mantelöffnungen meist sehr nahe
gerückt sind. Sie sitzen alle entweder auf
oder in einem schwimmenden Mantel fest
häufig Colonien von schwammartigem An-
oft mit den lebhaftesten Farben geziert sind.
ahmeöffnung des Mantels befindet sich
ɔem vordern Ende des Thiers und ist fast
d oder eiförmig; sie kann durch zackenför-
en geschlossen werden, die gewissermaßen
on Reuse bilden, durch welche das in die
ntretende Wasser durchgeseiht wird. Die
söffnung des Mantels liegt meist auf
fläche in geringer Entfernung von der Auf-
ung; zwischen beiden ist der Nervenknoten
. Die Aufnahmeöffnung des Mantels führt
eiten, ringsum gegitterten Kiemensack, dessen
eschlitzt sind und auf dessen Grunde sich die
Mundöffnung befindet. Auf der Bauch-
ses Kiemensacks befindet sich ein äußerst
nmernder Halbkanal, welcher die Bestimmung
cheint, die mit dem Wasser in den Kiemen
n Nahrungsstoffe nach dem eigentlichen
zuleiten. Der Darmkanal, der im Grunde
ɔsacks beginnt, zeigt stets eine oder mehrere
cmige Biegungen und öffnet sich meist in
ntfernung von der Auswurfsöffnung des
n die Kloake. Hoden und Eierstock sind
inander verbunden, und ersterer öffnet sich
ch einen längern gewundenen Kanal eben-
ie Kloake, wo auch die Eier so lange ver-
iß die Larve in ihrem Innern vollständig
. Das Herz liegt bei den Seescheiden bald
runde des Körpers, bald mehr nach vorn,
Kiemensacke; es ist an beiden Enden offen
die farblose Ernährungsflüssigkeit in allen
umen der Organe umher, ohne daß man
Kanäle oder Gefäße unterscheiden könnte.
tpflanzung ist in der letzten Zeit mit großer
studirt worden. Die Eier erhalten schon
cke besondere Hüllen, die mit der Mantel-
Beziehung stehen. Dann sieht man die
minder entwickelten Eier, welche aus einem
lichen Dotter, einem hellen Keimbläschen
dicken structurlosen Hülle bestehen, neben
urfsstoffen in der Kloake sich sammeln, wo
groß werden, daß sie eine Art Bruchsack
Der ganze Dotter spaltet sich, bildet einzelne
bald unterscheidet man einen kugelförmigen
an dessen einer Seite ein langer Schwanz
gen ist. Dieser Schwanz löst sich nach und
and der Embryo besteht nun aus einem ei-
Körper, von einer glashellen Hülle, dem
antel, umgeben, und einem langen Schwanze,
hinein sich die gelbe Dotterjubstanz fortsetzt.
tschenförmige Bewegungen dieses Schwanzes
die Larve, die nun aus der Kloake in das
t, im Wasser umher, setzt sich dann später
n fest, verliert den Schwanz und wandelt
ine Seescheide um. Nur selten fehlt der
(Molgula); meist besitzt die Larve saugnapf-

artige Verlängerungen des Dotters an die Oberfläche der Mantelhülle, durch welche sich die Larve temporär anheften kann. Die definitive Anheftung geschieht durch die untere Fläche des Mantels neben dem Schwanze.

So verhält sich im allgemeinen die äußere Formentwickelung bei den einfachen Ascidien. Anders verhält es sich bei vielen zusammengesetzten Seescheiden, wo viele Thiere gemeinschaftlich unter einem und demselben Mantel stecken und ihre Auswurfsöffnungen in gemeinschaftliche Kanäle münden, in verzweigte Kloaken, die in einer einzigen großen Oeffnung zusammenfließen. Bei diesen zusammengesetzten Seescheiden stehen die einzelnen Thiere sternförmig um die gemeinschaftliche Kloakenöffnung, und dieser Bildung entsprechend entsteht in dem Eie aus dem einfachen Dotter nicht ein Embryo, sondern ein Kreis von Embryonen mit einer gemeinschaftlichen Kloakenöffnung. Man sieht den Dotter, ebenso wie bei den einfachen Eiern, sich spalten, Zellen bilden, dann findet man einen einfachen Dotterkern mit umgeschlagenem Schwanz, der sich bald ablöst. In der Mitte dieses geschwänzten Dotters, der sich ebenso bewegt wie ein einfacher Embryo, bildet sich nun die hervorstehende gemeinschaftliche Kloakenöffnung, umgeben von einer gewissen Anzahl von Höckern oder Wärzchen, deren jedes allmählich zu einem besondern Thiere auswächst. Der Embryo im Ei zeigt also schon die ursprüngliche gesellschaftliche Colonie, welche sich dann durch Sprossenbildung weiter ausdehnt. In ähnlicher Weise enthält bei den Feuerzapfen jedes ausgebildete Ei vier Junge, welche gemeinschaftlich im Stern um eine mittlere Achse herumstehen und die Grundlage des ganzen Zapfens darstellen.

Wenn diese äußere Formenbildung schon auffallend genug ist, so erscheint die innere um so interessanter, als hier eine unverkennbare Analogie mit den Wirbelthieren in der ersten Anlage sich darstellt. Es bildet sich nämlich eine auf der Außenfläche des Embryo geöffnete Rückenfurche, die sich durch allmähliche Schließung zu einem centralen Nervensysteme, ähnlich den Hirn- und Rückenmarkanlagen der Wirbelthiere, gestaltet, und unter derselben ein Zellenstrang, welcher der Wirbelsaite (Chorda dorsalis) entspricht. Der Hirnraum bildet sich allein aus und zeigt Anlagen eines Auges und Ohres. Er steht noch lange durch eine Oeffnung nach außen, die zugleich Mundöffnung wird, mit dem Anfange des Darms und der Mantelhöhle in Verbindung, verkümmert aber allmählich zum Ganglion. Die dem Rückenmarke entsprechende Anlage, die nebst der Chorda in den Schwanz sich erstreckt, wird mit dieser bei der Umwandlung abgeworfen. Die Kiemen entstehen ursprünglich als einfache Spalten in ähnlicher Weise wie bei dem Amphioxus, vermehren sich nach und nach und bilden so den Kiemensack. Erst später brechen die Ein- und Ausfuhröffnungen nach außen durch. Es zeigt sich demnach bei der Entwickelung der Seescheiden aus dem Ei im ersten Anfange eine unverkennbare Analogie mit dem Wirbelthiertypus, aber mit dem großen Unterschied, daß bei den Seescheiden diese Wirbelthieranlagen baldigst abgeworfen, bei dem Wirbelthiere dagegen weiter gebildet werden.

Außer der Fortpflanzung durch einfache oder zusammengesetzte Embryonen kommt bei den geselligen und zusammengesetzten Seescheiden die Fortpflanzung durch Knospen ziemlich häufig vor. Es bilden sich an dem Grunde dieser Thiere Ausläufer des Mantels in Form von hohlen Wurzelfasern, in welche hinein die Blutströmung sich fortsetzt. In den knopfförmigen

Enden dieser Wurzelfasern sammelt sich eine granulirte Masse an, welche immer mehr wächst und bald die Form einer Seescheide erkennen läßt, die mit dem mütterlichen Körper verbunden bleibt. Bei den Feuerzapfen findet sich in ähnlicher Weise wie bei den Salpen ein Keimstock, auf dem Embryonen sich durch Knospung bilden.

Die Schwanzscheiden (Appendicularida) stellen den Larvenzustand permanent dar. Sie besitzen eine äußerst durchsichtige große Hülle; der Kiemensack hat nur wenige Kiemenspalten und der Körper behält zeitlebens den langen Larvenschwanz, mit dem sie im Meere schwimmen.

Die Familie der einfachen Seescheiden (Ascidida) bildet meist unförmliche warzige Körper von knorpeliger Härte, auf deren Außenfläche sich alle mögliche Arten kleinerer Thiere ansiedeln, sodaß man oft Mühe hat, an der schwammigen Ungestalt die beiden Mantelöffnungen und überhaupt die ganze thierische Natur zu erkennen. In dem dicken Mantelsacke liegen die Eingeweide neben dem weiten Kiemensacke auf einen gemeinschaftlichen Knäuel zusammengedrängt. Die einfachen Seescheiden bilden niemals Ausläufer oder Knospen wie die geselligen, sondern pflanzen sich nur durch Eier fort. Wir bilden eine Art aus dem Mittelmeere ab (Warzenseescheide, Cynthia papillosa, Taf. 31, Fig. 28), die nur die beiden Oeffnungen erkennen läßt, und eine andere durchsichtige Art aus dem norwegischen Meere (Rhopalasia, Fig. 27), bei welcher man durch den Mantel hindurch die feinen zur Zusammenziehung dienenden Muskelstreifen, den Kiemensack, den im Grunde des Körpers gelegenen Eingeweideknäuel und den Afterdarm in der Kloake rechts unterscheiden kann.

Die Keulenscheiden (Clavellinida), mit gestielten Körpern, aus deren Wurzelästen oder Stämmen neue Individuen durch Sprossung entstehen, die aber selbständig sind, bilden den Uebergang zu den zusammengesetzten Seescheiden (Ascidiae compositae), die gemeinsame Stöcke von meist schwammiger oder lederartiger Beschaffenheit bilden, welche wie gefärbte Gallertklumpen die Oberfläche der Körper in dem Wasser überziehen und meist sich auf Steinen oder auf Seepflanzen festsetzen. Berührt man einen solchen Klumpen, der wie eine leblose, halbweiche, lederartige Masse erscheint, so spritzen plötzlich aus einer Menge von Oeffnungen desselben feine Wasserstrahlen empor. Betrachtet man nun den Klumpen genauer, so unterscheidet man bald die einzelnen Aufnahmeöffnungen der Thiere, welche meist sternförmig um die gemeinschaftlichen Kloakenöffnungen gruppirt sind, aus denen das Wasser bei der Zusammenziehung hervorgespritzt wurde. Die Thiere stecken mehr oder minder senkrecht in den schwammförmigen Massen und haben meist eine cylindrische oder spindelförmige Gestalt, die gewöhnlich von oben nach unten drei Abtheilungen erkennen läßt. Der obere weitere Theil des Körpers enthält den Kiemensack und die Kloake, der mittlere die Schlinge des Darmkanals, der untere oft stabförmig verlängerte Theil die Windungen der krausenförmigen Geschlechtstheile und im tiefsten Grunde das Herz. Diese einzelnen, oft wohlgeschiedenen Abtheilungen schieben sich indeß bei manchen Gruppen von Gattungen so zusammen, daß endlich das Thier nur eine einfache eiförmige Masse darstellt, in welcher an den Seiten und am Grunde des Kiemensacks Darmschlinge, Geschlechtstheile und Herz zusammengedrängt sind. Die abgebildete Art (Goldbotryll, Botryllus genneus, Fig. 29) findet sich im Ocean und Nordmeer auf Tangblättern.

Familie der Feuerwalzen (Pyro[illegible]) findet häufig in den südlichen Meeren [illegible] gallertartige, zuweilen fußlange Körper, die die Gestalt eines Tannenzapfens haben [illegible] innere Höhlung zeigen, die eine [illegible] an dem breiten Ende besitzt. Der [illegible] langsam mit abwechselnden Zusammen[illegible] welche er das Wasser aus seinem [illegible] Bei Nacht leuchtet er in vollem [illegible] hendes Eisen. Das Leuchten beginnt [illegible] Pünktchen und verbreitet sich dann [illegible] Oberfläche des Zapfens, bis er ganz [illegible] Untersucht man einen solchen Zapfen [illegible] det man, daß er nur einen gemeinschaftlichen [illegible] darstellt, daß seine innere Höhle die [illegible] Kloake, und seine Oeffnung die Kloakenöffnung [illegible] ungemein große Anzahl kleiner Thiere [illegible] Mantel stecken und den Seescheiden [illegible] (Einzelthier einer Feuerwalze, Pyrosoma, Taf. 31, Fig. 26.) Ihre Einnahmeöffnung [illegible] auf der Außenfläche des Cylinders, [illegible] rade gegenüberstehende After in die [illegible] des Zapfens einmündet. Es besitzen [illegible] weiten gegitterten Kiemensack, wie die [illegible] dessen Grunde das Herz, der gewunden [illegible] der sehr große kugelige Eierstock und ein [illegible] artig zusammengesetzten Blindsäcken gro[illegible] Links ein Zäpfchen, der Keimstock, [illegible] Junge bilden. In der Kloake sieht man [illegible] oder minder ausgebildete Junge, welche [illegible] sammengestellt erscheinen. Sehr deutlich [illegible] Rückenfläche des Kiemensacks der Gr[illegible] mit einem aufsitzenden Auge. Durch [illegible] ihres Kiemensacks nähern sich die [illegible] Seescheiden, mit welchen sie auch in [illegible] zungsweise übereinkommen, während die [illegible] Ortsbewegung, der leuchtende Eingeweide[illegible] nur Leber, Darm und Eierstock theilen [illegible] die Gegenstellung der Einnahme- und [illegible] und die Existenz eines Auges sie den [illegible]

Ordnung der Walzenscheiden (Biphora).

Auswurfsöffnungen gegenüber [illegible] nerationswechsel durch Knospung [illegible] Keimstocke. Kiemen stab- oder b[illegible]

Die Ordnung begreift nur schwimmende [illegible] glasheller Durchsichtigkeit, welche besonders [illegible] Meeren sehr häufig vorkommen. Der [illegible] des Körpers wird von einem länglichen [illegible] derbaren Spitzen und Anhängen versehenen [illegible] sacke gebildet, der deutlich aus einer [illegible] schicht und einer innern Hautschicht besteht [illegible] Bündel oder kranzweise Bänder angeordnet [illegible] Eingeweide sind in einen kleinen [illegible] zusammengedrängt, den man den Kern [illegible] nennt und der meist eine rothe oder gelbe [illegible] blaue Farbe hat und in der Nacht [illegible] rothgelbem Lichte leuchtet. An dem [illegible] walzenförmigen Körpers befindet sich eine [illegible] beweglichen Lippen umgebene Oeffnung [illegible] weiten Kiemensack führt. Hinter der [illegible] der Rückenfläche ist der meist runde [illegible] geheftet, der sich in schiefer Richtung [illegible] uensack nach unten gegen den Kern [illegible] seine hintere Anheftungsstelle sich [illegible] meubalken ist eigentlich ein rundlicher [illegible] welches auf seiner Außenfläche eine [illegible] schlitzen zeigt, die mit lebhaft flimmernden [illegible]

ɛt sind. Auf der Rückenfläche, und zwar
eftungsstelle des Kiemenbalkens, sieht man
) den Nervenknoten mit seinen nach allen
ausstrahlenden Nerven und dem unmittel-
sitzenden, von dunkelbraunrothem Farbstoffe
Auge. Auf der Bauchfläche des Kiemen-
ort man eine ähnliche Rinne mit Flim-
ausgekleidet, wie wir sie schon bei den See-
ähnten, und noch außerdem vorn an dem
meist schlingenförmig gewundene Flimmer-
en Bedeutung noch nicht weiter ergrün-

t runde, roth oder gelb gefärbte Eingeweide-
d vom dem Darmkanal, der Leber, den
heilen und dem Herzen gebildet. Der
Mund öffnet sich in der Nähe der hintern
fnung des Kiemensacks als ein ovaler
führt in den einfachen Darmschlauch, wel-
von der Leber und den Geschlechtstheilen
der gleichsam in dieselben eingegraben ist,
ehr schwer hält, diese einzelnen Eingeweide
zu isoliren.
ıdet die Walzenscheiden schwimmend im
zwei verschiedenen gesellschaftlichen Zustän-
tens bilden sie Ketten, in der Art, daß
en von Individuen durch die Spitzenfort-
Körpers oder mit den Seiten aneinander
), sodaß man in dem Meere ein langes
mmen sieht, welches mit einer großen An-
Kerne in abwechselnden Reihen besetzt ist.
, welche zu einer solchen Kette gehören,
ı Taktmaße Wasser ein, um es durch die
fnung wieder auszutreiben, und so bewegt
te stoßweise fort. Ein Thier, welches ein-
er Kette losgerissen ist, kann sich nicht mehr
en vereinigen, denn es klebt mit seinen Ge-
durch verhärteten Schleim zusammen. Außer
letten verbundenen Individuen gibt es aber
Walzenscheiden, die niemals und unter kei-
nden zu Ketten verbunden gefunden werden
ihrer Gestalt nicht mit den verketteten In-
vereinstimmen. Man hat aus diesen eigene
acht, bis man in der neuern Zeit entdeckte,
ete und vereinzelte Individuen, wenn auch
den in ihrer Form, dennoch nur sehr ver-
Entwickelungszustände einer und derselben
Man findet nämlich bei allen Walzenschei-
r Nähe des Herzens eine Art Knopf oder
en, in welchem ein starker Blutstrom auf- und
d der anfangs nur höchst unbedeutend er-
ach einiger Zeit bemerkt man auf diesem
ige Erhabenheiten wie Wärzchen, die nach
wachsen und nun einen Kreis von Embryo-
, welche um den Zapfen herum gelagert
bildet also dieser Zapfen einen wahren Aus-
r Stolo, bestimmt durch Knospung Junge
n, und es ist diese Knospung äußerst pro-
dem man oft drei oder vier hintereinander
leiben von Embryonen verschiedenen Alters
und demselben Individuum um den Knos-
en Knopf geschlungen sieht. Diese successi-
ationen trennen sich nach einiger Zeit, wenn
örige Größe erlangt haben, von dem Zapfen
schwimmen nun als Ketten umher. Es
) leicht aus dieser Art der Entwickelung,
den Ketten, welche von Anfang an zusam-
, die einzelnen Individuen alle dieselbe
ben: sie sind Producte derselben gemein-
Knospenzeugung.
einzelten Individuen pflanzen sich nur durch Knospenzeugung fort, und man wird deshalb selten ein solches Individuum treffen, welches nicht eine oder mehrere Ketten von Embryonen an seinem Knospenzapfen umhertrüge. Die verketteten Individuen dagegen besitzen eine geschlechtliche Zeugung, durch welche jedes Thier nur einen einzigen Embryo erzeugt. Schon während der Zeit nämlich, wo die verketteten Thiere noch in ziemlich unentwickeltem Zustande um den Knospenzapfen geschlungen sind, bildet sich an ihrer Rückenfläche ein Ei aus, welches nach und nach so sehr anwächst, daß es weit in die Kiemenhöhle hineinragt. Neben diesem Ei bildet sich eine Art Mutterkuchen (placenta) aus, ein runder Körper, welcher einen lebhaften Blutzufluß erhält und mit dem auf der andern Seite die Blutcirculation des werdenden Embryos in Verbindung steht. Neben diesem Mutterkuchen findet sich im embryonalen Körper noch ein zweites räthselhaftes Organ aus einzelnen Oelzellen zusammengesetzt, das man den Oelkörper (Elaeoblast) genannt hat und das während des Auswachsens des Embryos allmählich verzehrt wird. Die genauere Entwickelung des Embryos selbst ist noch nicht im einzelnen bekannt, obgleich man häufig junge verkettete Walzenscheiden findet, welche Embryonen enthalten, die noch durch den Mutterkuchen mit dem Mutterthiere verbunden sind. Ueberhaupt hat auch die Entstehung und Befruchtung eines Eies in noch nicht entwickelten Thieren manches Räthselhafte.

Wie dem auch sei, so ist doch so viel festgestellt, daß jede Art von Salpen aus zwei abwechselnden Reihen von Individuen zusammengesetzt wird: aus verketteten und vereinzelten Thieren. Jedes vereinzelte Individuum erzeugt durch Knospung Ketten, und jedes in einer Kette befindliche erzeugt wieder einen vereinzelten Embryo, der während seines ganzen Lebens vereinzelt bleibt.

Wir bilden von einer im Mittelmeeere häufigen Art (Salpa pinnata), deren Darmkanal nicht verknäuelt ist Taf. 31, Fig. 24 ein Einzelindividuum ab, das rechts den Keimstock mit den Jungen zeigt, und Fig. 25 ein Kettenindividuum, welches in der Kiemenhöhle links einen Embryo enthält.

Noch complicirter erscheint die Knospenzeugung bei den Tonnensalpen (Doliolum), auf die wir nicht näher eingehen.

Klasse der Moosthiere (Bryozoa).

(Tafel 31, Figur 30 bis 33.)

Polypenähnliche, meist Thierstöcke bildende Thierchen mit flimmernden Fühlfäden, einfachem Nervenganglion und getrenntem Verdauungsapparat, der Mund und After besitzt.

Die Moosthiere sind kleine polypenähnliche Thiere, welche fast immer Colonien bilden und unter allen Umständen von Zellen umgeben sind, in welche sich die Thiere bald vollständig, bald nur theilweise zurückziehen können. Oft sind diese Zellen nur hornig oder biegsam wie Pergament, ja sogar zuweilen sehr zarthäutig und gallertartig; oft stehen sie auf eigenen Stielen, welche sich aus einem Netzwerke von Röhren erheben, das durch Ausläufer sich weiter verbreitet und bald wie die Wurzelstöcke gewisser Pflanzen auf dem Boden hinkriecht, bald auch sich erhebt und dann meistens baumartig verästelt sich zeigt. In den meisten Fällen aber, und namentlich bei den im Meere lebenden Moosthieren, sind die Zellen kalkiger Natur. Es finden sich indeß in diesen Zellen niemals Strahlen oder innere Scheidewände, ähnlich denen,

welche in den Korallen vorkommen, und in vielen Fällen sieht man außen an denselben Spitzen, Stacheln und Hörner, welche ganz constant sind und sehr wohl zur Unterscheidung der Arten benutzt werden können. Die Zelle selbst ist stets von der Haut des Thiers in der Weise ausgekleidet, daß dieses gewissermaßen einen doppelten Sack bildet, wodurch eine eigene Leibeshöhle hergestellt wird, welche mit den Fangarmen im Zusammenhange steht und in der der Darmkanal frei aufgehängt erscheint.

Da alle Moosthiere ohne Ausnahme zusammengesetzte Colonien bilden, so kann von eigentlichen Ortsbewegungen keine Rede sein. Doch hat man bei einigen Süßwassermoosthieren, deren zusammengesetzter Polypenstock nicht festgewachsen ist, ein sehr langsames Fortgleiten des ganzen Stocks beobachtet. Die Bewegungen der übrigen Moosthiere beschränken sich auf das Ausbreiten ihrer Fangarme, sowie auf das Entfalten und das Zurückziehen ihres Körpers in die Zelle. Zu diesem letztern Zweck sind wohlausgebildete Muskelbündel vorhanden.

An den Stöcken finden sich häufig besondere Bildungen, welche als um- oder rückgebildete Individuen betrachtet werden können; kugelige Eizellen, welche Brutindividuen sein mögen; Kapseln mit langem, peitschenförmigem, willkürlich bewegtem Fortsatze (Vibracula), und endlich die sogenannten Avicularien. (Taf. 31, Fig. 32, Crisia). Es sind Zangen oder Greiforgane, die einem Vogelkopfe nicht unähnlich sehen, indem sie einen starken obern und einen dünnen untern Zangenarm besitzen. Bei einigen Gattungen haben diese Vogelkopforgane einen besondern Stiel, bei andern nicht. Diese Organe sind in beständiger, pendelartig schwingender Bewegung, während zugleich die Zange von Zeit zu Zeit geöffnet und geschlossen wird, was durch deutliche Muskelbündel geschieht.

Der Nervenknoten, welcher bei vielen Moosthieren erkannt ist, liegt in unmittelbarer Nähe des Mundes auf der Rückenfläche, zwischen diesem und dem After. Er ist sehr klein und scheint bei einigen aus zwei seitlichen Hälften zusammengesetzt. Außerdem soll noch ein besonderes Colonialnervensystem in den Wurzeln einiger Thierstöcke existiren. Augen- oder Ohrenbläschen fehlen durchaus.

An dem Vorderende des Körpers befindet sich bei allen Moosthierchen ein Kreis lebhaft flimmernder Fangfäden, deren jeder eine hohle, mit der Leibeshöhle in Verbindung stehende Röhre darstellt, in welcher durch innere Wimperbewegung die Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle erfüllt, auf- und niedergetrieben wird. Der Strudel, den die äußern, auf diesen Fangarmen befindlichen Wimpern im Wasser erregen, treibt die Nahrungsstoffe, kleine Thierchen u. s. w. im Grunde des Fühlerkranzes zusammen und nach dem dort befindlichen Munde hin. Es sind also diese Fühler wesentlich zum Haschen der Nahrung bestimmt, wenn sie auch nebenbei durch das stete Wechseln des Wassers auf der Oberfläche, mittels der Flimmerströmung, als Athemwerkzeuge dienen können, die im übrigen den Moosthierchen ganz abgehen. Zwischen diesen Fangfäden, welche bald einfach in einem Kreise stehen, bald auch von zwei seitlich angebrachten Armen getragen werden, befindet sich der Mund, der bald von einer Klappe geschlossen werden kann, bald meist in eine weite flimmernde Mundhöhle und von da in einen muskulösen, oft kugelig verdickten Schlund führt. Der Magen liegt im Grunde der Leibeshöhle und stellt einen meist bündelartigen Sack dar, der sich nach vorn in einen Darm fortsetzt, welcher sich in einen an dem vordern Ende außer dem Fühlerkranze neben dem Munde befindlichen After öffnet. D[illegible]nal bildet also eine förmliche Schl[illegible]ungen sich am vordern Ende des K[illegible] und unterscheidet sich dadurch wesentlich [illegible] kanal der eigentlichen Polypen und [illegible]pen, während er sich demjenigen [illegible] nähert.

Die ganze äußere Fläche des [illegible] aufgehängten Darmschlauches wird [illegible]len Flüssigkeit, welche diese Höhle [illegible] Die äußere Fläche des Darmrohres [illegible]nere der Leibeswandung ist mit Wim[illegible] welche äußerst lebhaft flimmern und [illegible] Strömung der Flüssigkeit erzeugen. [illegible] derselben Richtung vor sich geht [illegible] Wurzelröhren der Colonie fortsetzt. [illegible]mung dient statt eines eigentlichen [illegible] Ernährungsflüssigkeit, denn Herz und [illegible] durchaus.

Die Moosthiere sind Zwitter; die Geschl[illegible] Hoden und Eierstöcke, bilden sich [illegible] aus. Ihre Fortpflanzung ist sehr [illegible] trotz vieler Studien noch nicht vollkom[illegible] Bei vielen entstehen aus den Eiern [illegible]liche Larven (Cyphonautes), die man [illegible] fusorien ansah und aus welchen sich [illegible] nach vollständiger Auflösung der innern [illegible] Organe entwickeln. Bei andern entwi[illegible] fertige Embryo, der einen Flimmerüberzug [illegible] Knospung einen Zwilling, und beide [illegible] Abfallen des Flimmerkranzes frei; [illegible] bildet sich ohne Auflösung der innern [illegible] Ei eine Larve, welche sich später zum [illegible]det. Außer äußerer Knospung, [illegible]ten Stellen oder regellos geschieht [illegible] stöcken ihre Form gibt, kommen auch [illegible]pen vor, sogenannte Statoblasten. [illegible] dicken, uhrglasförmigen Schalen eingeh[illegible] Winter überstehen und im Frühjahr [illegible] Thierchen aus den platzenden Schalen [illegible] lassen.

Es gibt Moosthiere im süßen und [illegible] — in ersterm aber nur wenige Arten. [illegible] häufig die Gegenstände, sogar lebe[illegible] mit seinen Krusten, bilden aber nie [illegible]

Man theilt sie in zwei Ordnungen: [illegible] (Stelmatopoda) ohne Klappe über [illegible]gen Munde, die Fühler kreisförmig [illegible] gestellt, die Zellenmündung häufig [illegible] verschließbar oder mit einem Vorsatz[illegible] Die meisten sind Meerthiere. Hierher [illegible]spitze (Fig. 33), die ein spitzenähnliches [illegible]macht, sowie die Art aus den europäi[illegible] Crisia avicularia (Fig. 32), von [illegible] Zellen vergrößert abbilden, um die [illegible] Avicularien zu zeigen.

Die Armwirbler (Lophopoda) [illegible] auf einem mehr oder minder in Hu[illegible] bildeten Lappen, besitzen eine Klappe. [illegible] Mundöffnung verschließen können, [illegible]löpfe noch Eizellen oder Vibracula, [illegible] weiche, niemals Kalkzellen, setzen sich [illegible] toblasten fort und bewohnen meist [illegible] wo sie besonders gern sich auf Holz [illegible]zen setzen. Wir bilden eine Art aus [illegible]jer ab (Buschelfuß, Lophopus crista[illegible] die eine gemeinschaftliche Gallerthülle [illegible] Art aus dem belgischen Meere (Pedi[illegible]gica, Fig. 31), die den Stock mit [illegible] und gestielten Individuen zeigt.

Kreis der Würmer.

(Vermes.)

ose Thiere mit mehr oder minder
cktem, meist weichhäutigem Körper,
ich symmetrischer Anlagerung der
m eine senkrechte Mittelebene, mit
oigem Mund und Tendenz zur Aus-
nerer Glieder von gleichem Werthe
enbildung).

Charaktere des an Formen äußerst reichen
en sich nicht geben, und es ist wahrschein-
eiter fortgesetzte Untersuchungen zu einer
esselben führen. Es zeigen sich die ver-
Anknüpfungspunkte: zu den Gliederthieren
eist strenge Symmetrie der Körperanlagen,
Gliederung in gleichwerthige Theile (Zoni-
Metameren), innerhalb welcher sich die ver-
Organe wiederholen, durch die Bildung, bei
Ringelwürmern, einer Ganglienkette längs
es, welche mit einem Schlundringe und
ganglion in Verbindung steht, durch die An-
ußstummeln, welche freilich niemals geglie-
maßen werden; und zu einigen Weichthieren
che Larvenformen, welche Wimperkränze tra-
berhaupt durch die weite Ausdehnung der
vegung bei manchen Klassen; zu manchen
ieren, wie Stachelhäutern und selbst Infu-
ch die geringe Ausbildung der innern Or-
manche innern Eigenthümlichkeiten. Alle
ichkeiten und Verwandtschaften kommen aber
en Klassen und Gruppen, nicht der Gesammt-
nd ebenso hat keine specifische organische Bil-
z. B. die der Excretions- oder Wasserge-
der geschlossenen Blutbahnen, des Hautmus-
u. s. w., allgemeine Verbreitung in dem
st, sodaß von einer Charakterisirung durch
Abstand genommen werden muß. Ebenso
wie die Ausbildung der erwachsenen Thiere
die Vorgänge der Entwickelung und der Lar-
welche sich sogar oft nicht bei den einzel-
n, geschweige denn bei dem ganzen Kreise
gemeinsamen Typus zurückführen lassen —
s, daß der Kreis überhaupt verschiedene ur-
Baupläne in sich vereinigt, deren Tren-
bessere Zusammenschmelzung erst aus wei-
rsuchungen möglich werden wird.

Klasse der Räderthiere (Rotatoria).

(Tafel 29, Figur 6 bis 11.)

mikroskopische Thierchen mit flim-
n Wimperorgan am vordern Ende,
rtem, meist in zwei Abtheilungen
und Schwanz) getheiltem Körper,
Glieder sich oft fernrohrartig inein-
ieben lassen, einfachem Hirngang-
o Wassergefäßsystem, die getrennten
hts sind und keine Metamorphose bei
wickelung durchmachen.

Körper der Räderthierchen hat meistens eine
r minder eiförmige oder spindelförmige Ge-
che besonders bei den gepanzerten Arten etwas
et erscheint. Er ist genau symmetrisch getheilt
Rücken- und Bauchfläche meist sehr wohl durch
ng der Augen, der Athemröhren, des Mun-
Afters unterscheidbar. Die Haut des Kör-
äußerst elastisch und mit Ausnahme der Rä-
durchaus frei von Wimperhaaren oder ähn-
hängen. Bei vielen Arten sieht man sowol auf dem Körper als auf dem schwanzförmigen Anhange einzelne Ringel und Querrunzeln, die nur Falten der Haut sind. Diese Thiere können sich bei dieser Ringelung der Haut außerordentlich zusammenziehen, sodaß sie eine fast kugelförmige Gestalt annehmen. Bei einigen Gattungen erscheint die Haut wirklich als ein horniger, oft mit sonderbaren Spitzen versehener Panzer, der entweder nur ein Rückenschild oder auch eine abgeplattete Büchse darstellt, in welcher das Thier wie in einer Schildkrötschale steckt und Kopf und Schwanz hereinziehen kann; einige dieser Thiere stecken auch ähnlich wie Polypen vereinzelt oder gemeinsam in gallertartigen oder hornartigen cylindrischen Büchschen, in die sie sich gänzlich zurückziehen können.

Die Räderthiere haben ihren Namen von einem eigenthümlichen Bewegungsapparate, welcher an dem vordern Ende, dem Kopfe, angebracht ist und in den meisten Fällen aus einer mehr oder minder einziehbaren einfachen oder doppelten Scheibe besteht, auf welcher ein Kranz langer Wimpern sich befindet, die nach Willkür in Bewegung gesetzt werden können. Zuweilen bildet dieses Räderorgan, welches zum Schwimmen wie zum Fangen der Beute durch den von ihm erregten Strudel dient, im ausgestülpten Zustande eine vollkommen runde Scheibe, die manchmal nur eingekerbt ist, bei andern aber in einzelne gesonderte Räderorgane zerfällt. Diese Organe stehen dann bald zu beiden Seiten des Kopfes auf zwei einstülpbaren Fortsätzen, bald in einzelnen Haufen, die meistens einen Kreis bilden, zuweilen auch sind eigene Stirnfortsätze mit einem solchen Räderorgane besetzt. Am eigenthümlichsten und abweichendsten sind die Räderorgane in der Familie der Blumenfischchen gebildet; hier erscheinen sie nämlich als lange Borsten, die meist nur träge bewegt werden und bei der einen Gattung sogar auf fünf einzelnen Armen stehen, die von dem in einer Hülle lebenden Thiere ganz wie die Fangarme eines Polypen benutzt werden. Ein zweites Bewegungsorgan befindet sich fast bei allen Räderthieren an dem hintern Theile des Leibes, und zwar auf der Bauchfläche, als beweglicher Körperanhang, nicht als eigentlicher Schwanz, da der After sich stets auf der Rückenfläche des Anhangs befindet. Bei den polypenartigen Räderthieren bildet dieser Anhang einen förmlichen Stiel, der an seinem hintern Ende mit einem Saugnäpfchen versehen ist, mittels dessen sich die Thiere anheften; bei den übrigen Gattungen ist es meist eine mehr oder minder lange, fernrohrartige Verlängerung, die an einer hintern Spitze oft eine gabelförmige Endigung trägt. Diese Gabelzange dient manchen Räderthierchen zum Anheften, während sie ihren Wimperkranz spielen lassen, oder auch zum Kriechen und Fortschieben auf dem Grunde des Wassers. Sie bewegen sich dabei förmlich wie die Spannraupen, indem sie bei eingezogenem Räderorgane sich abwechselnd mit dem Kopfe anheften, den Gabelschwanz nachziehen und dann auf diesen gestützt den Körper ausdehnend fortspannen. Bei einigen Gattungen sind einzelne oder selbst Bündel von steifen Borsten auf der Bauchfläche des Körpers angebracht, mittels deren sich die Thiere völlig schnellend und hüpfend im Wasser fortbewegen.

Das Nervensystem besteht aus einem einzigen Ganglion im Nacken, von welchem Fäden nach den Augen, den Fühlern und Borsten ausstrahlen. Die Augen zeichnen sich meist durch rothes Pigment aus und haben oft eine Linse. Die gepanzerten Räderthiere besitzen meist nur ein Auge, die übrigen zwei im Nacken gelegene; bei einigen festsitzenden Gattungen findet das auch in andern Klassen vorkommende Ver-

hältniß statt, daß die freischwimmenden Jungen Augen besitzen, die bei den alten festsitzenden Thieren gänzlich verschwunden sind. Tastborsten finden sich oft in der Nähe der Räderorgane, und außerdem scheint ein oft mit kurzen Haaren besetzter Fühler in der Nackengegend, der aus- und eingezogen werden kann, als Tastorgan zu dienen.

Das Verdauungssystem, welches nur bei den Weibchen existirt, bildet stets einen geraden, in der Mittellinie gelegenen Darmschlauch, der mit einem deutlichen After an dem Grunde des schwanzförmigen Anhangs endet. In dem Verlaufe des Darmkanals selbst kann man folgende Abtheilungen unterscheiden. Der Mund liegt stets am vordern Ende des Körpers zwischen den Räderorganen in solcher Weise angebracht, daß der erregte Strudel gegen ihn hingeht. Zuweilen führt der Mund in eine weite Rachenhöhle, an deren Grunde stets ein kugeliger Schlundkopf angebracht ist, der eine äußerst starke Muskulatur besitzt und in den meisten Fällen mit Zähnen bewaffnet erscheint, welche auf hornige Kiefer aufgesetzt sind. Die Kiefer wirken stets von beiden Seiten gegeneinander, und die Zähne selbst erscheinen bald in Gestalt horniger, mit queren vorstehenden Rippen versehener Kauplatten, bald als förmliche, mehrspitzige oder einspitzige Gabelzangen, die an einem Griffe befestigt sind. Die Gabelzähne der letztern Art werden von den Thieren zugleich als Greiforgane benutzt, indem sie den Schlundkopf lebhaft aus der Mundöffnung hervorstülpen und mit den scharfen Zangen die Beute packen und durchbohren. Der Schlundkopf selbst ist bei dem Wirbeln und Fressen so sehr in beständiger Bewegung, daß frühere Beobachter ihn für ein Herz hielten. Von dem Schlundkopfe aus erstreckt sich der dickwandige, lederartig gekörnte, innen mit Wimperhaaren besetzte Darm nach hinten, indem er meist eine anfängliche Erweiterung, einen Magen, dann eine Verengerung, eine Art von Kloake zeigt. Der After, der sich über dem Schwanze auf der Rückseite befindet, fehlt einigen wenigen Gattungen. Unmittelbar hinter dem Schlundkopfe münden bei allen Räderthieren zwei dicke knollige Drüsen, die man als Speicheldrüsen betrachten kann, in den Darm ein. Die Nahrung der Räderthiere besteht bei den mit kauenden Leisten am Schlundkopfe versehenen Gattungen gewöhnlich aus pflanzlichen Stoffen, während die mit Gabelzähnen bewaffneten arge Räuber sind und meist gierig über Infusorien und andere Räderthiere herfallen.

Kreislaufs- und Athemorgane fehlen durchaus, dagegen existirt ein sehr ausgebildetes sogenanntes Wassergefäßsystem, aus zwei Kanälen bestehend, welche an den Seiten des Körpers nach hinten laufen. Diese Röhren vereinigen sich in der Nähe der Kloake zu einer lebhaft zusammenziehbaren Blase, die oft durch die Afteröffnung ihren wasserklaren Inhalt im Strahl nach außen ergießt oder, bei den Afterlosen und den Männchen, direct nach außen mündet. An diesen Kanälen selbst sieht man in größerer oder geringerer Zahl kurze Seitengefäße, welche frei in die Leibeshöhle münden und an deren Mündung ein wellenförmig zitterndes Wimperläppchen angebracht ist, welches fast in feiner flimmernden Bewegung dem Flackern eines Flämmchens gleicht. Aehnliche Organe, die sehr verschiedene Functionen übernehmen können, existiren bei vielen Würmern. Das Muskelsystem, sowol für die einzelnen Organe als für die Körperbewegungen, ist sehr ausgebildet.

Von den meisten Arten kennt man nur Weibchen, die auch unbefruchtet Eier legen (Parthenogenese). Dieselben besitzen einen großen, lappigen Eierstock, von welchem aus ein kurzer Eileiter in [illegible] Zuweilen entwickeln sich die voluminös[illegible] Eileiter, sodaß die Thiere lebendig [illegible] während bei andern die Eier an [illegible] Schwanzes gekittet und bis zur Ei[illegible] herumgetragen werden. Fast bei allen [illegible] Arten von Eiern beobachtet, dünnschal[illegible] die sich sehr schnell entwickeln, und [illegible] den gestaltete, hartschalige Winteree[illegible] Winter über ausharren und erst in [illegible] entwickeln.

Die Männchen, welche sich aus [illegible] Sommereiern entwickeln und nur wäh[illegible] Zeit im Frühjahre leben, haben [illegible] Räderorgane, sehr bedeutend ausgebi[illegible] system, keine Spur von Verdauungsor[illegible] förmige, seitliche Körperanhänge und [illegible] gefäßsystem. Der ganze Hintertheil des [illegible] von einem blasenförmigen, von Sa[illegible] gepfropften Hoden erfüllt, der sich nach [illegible] mit einem ausstülpbaren Ausführungs[illegible] Sie leben offenbar nur zum Zwecke der [illegible] Wir geben zur Vergleichung Taf. 29. [illegible] Männchen und Fig. 9 das Weibchen von [illegible] Die Jungen entwickeln sich ohne Metam[illegible] schon im Ei lassen sich Männchen und [illegible] scheiden. Nur bei einigen festsitzenden [illegible] eine rückschreitende Metamorphose vor, [illegible] haft umherschwimmenden Jungen die [illegible] und der Schwanz, den man als einen [illegible] trachten kann, zum Stiele wird.

Die Räderthiere kommen an allen [illegible] man Infusorien findet, und waren [illegible] Zeiten berühmt durch die Eigenschaft [illegible] nach langer Eintrocknung bei Zubringen [illegible] wieder aufzuleben. Auch in Infusion[illegible] einzelne Gattungen derselben häufig.

Ordnung der Röhrenthierchen (Tubi[illegible] dem zum Stiele verwandelten Fuße [illegible] oder ohne Hülse, in welche sich die Thiere [illegible] können, mit ganzem oder tiefgespaltenen [illegible] in Arme umgewandeltem Räderorgan. [illegible] hier eine nicht allzu häufige schöne [illegible] Kronenthierchen (Stephanoceros Eichh[illegible] Fig. 6), bei welchem fünf Arme große, [illegible] Wimpern tragen.

Ordnung der Schwimmthierchen (Na[illegible] schwimmen, kriechen oder springen [illegible] thümlichen, steifen Borsten, sind weich, [illegible] gepanzert; das Räderorgan ist sehr [illegible] staltet, wonach man einzelne Familie[illegible] hat: Ganzräder (Holotrocha) mit [illegible] rundem Räderorgan; Kerbräder (Sch[illegible] tief eingekerbtem oder in Lappen ge[illegible] organ; hierzu gehört die Art, von der [illegible] und Weibchen abbilden (Notommata, [illegible] Doppelräder (Zygotrocha) mit [illegible] Rädern, wozu das Rüsselrädchen (R[illegible] ola, Fig. 7), welches sich bis 8000 [illegible] den Alpen findet, wo es von den Ä[illegible] Schnees lebt. Zu derselben Gruppe [illegible] panzerten Brachionusarten mit oft [illegible] und Anhängen an dem starken und [illegible] (Brachionus, Fig. 10). Zu den [illegible] (Appendiculata) endlich gehört die [illegible] großen, ruderartig gezackten seitlichen [illegible] von welcher wir ein Individuum mit [illegible] Ei abbilden (Polyarthra, Fig. 11).

Einige Arten mit verkümmerten [illegible] wähnen wir nur.

sse der Borstenwürmer (Chaetopoda).
(Tafel 29, Figur 12 bis 27.)

er mit langem, äußerlich durch Ein-
en, innerlich durch Scheidewände
chartige Segmente (Zoniten oder
ren) getheiltem Körper, abweichend
en Kopf- und Schwanzsegmenten,
rvenstrang und geschlossener Blut-
deren Hauptgefäßströme contractil
n den meisten Segmenten Borsten-
, auf Fußstummeln (Parapodien)
Gruben der Haut eingesenkt, stets
ebert.

örper ist nur selten drehrund, meist etwas
t, sodaß sich Rücken und Bauch leicht unter-
assen, fast immer sehr lang und aus einer
ahl von Segmenten gebildet, unter welchen
immer drei auszeichnen: das Kopfsegment,
die Augen und Fühler sowie die obern
nglien birgt, das Mundsegment mit der
digen Mundöffnung, und das Schwanzsegment.
gen Segmente sind bald über die ganze Körper-
ald nur in einzelnen Gruppen gleichwerthig.
Haut der Borstenwürmer besteht aus einer
er minder hornigen Oberhaut, welche nur
einzelnen Stellen, häufig dagegen an den
n, Fühlern u. s. w. flimmert, und aus einer
rben Lederhaut, deren gekreuzte Fasern durch
zung der Lichtstrahlen oft sehr schöne, schillernde
hervorbringen. Bei vielen Gattungen ist diese
ollkommen nackt, bei andern mit mehr oder
langen hornigen Haaren besetzt und bei den
en von häutigen Schildern überdeckt, die oft
verfilzten Haaren eine förmliche zweite Decke
Rücken bilden. Viele Würmer bilden sich
in denen sie entweder gänzlich hausen oder
weise versteckt sind. In letzterm Falle sind
erien im Sand oder in feuchter Erde, innen
t Schleim ausgekleidet; in ersterm aber leder-
der kalkige Röhren, durch Ausschwitzung aus
t entstanden und meist von charakteristischer
r die einzelnen Gattungen und Arten.

Bewegungsorgane der Ringelwürmer sind
nnichfaltig. Alle Würmer bewegen sich durch
nförmige Windungen des Körpers fort; allein
indungen werden unterstützt durch verschiedene
e. Bei den meisten findet man oft äußerst
r gestaltete Borsten, Stacheln und Haken, die
nur lose in Gruben der Haut oder auf be-
seitlichen Stummeln stehen, welche sich längs
perringel wiederholen und Füße oder Fuß-
eln genannt werden. Meistens unterscheidet
jedem Fußstummel einen obern und untern
en Höcker, den Rückenstummel (ramus dor-
und den Bauchstummel (ramus ventralis),
nach allen Richtungen hin bewegt werden können
er einem fadenartigen Fühler (cirrhus) einen
von Borsten oder feinen Stacheln tragen.
Borstenbündel leisten sowol beim Kriechen als
chwimmen die wesentlichsten Dienste. Man hat
der Form dieser Borsten, besonders Pfriemen-
n (setucae), Stachelborsten von bedeuten-
Dicke (aciculae), und Hakenborsten (uncinuli)
zähnten Haken- oder ankerähnlichen Spitzen
nieden.

Nervensystem der Ringelwürmer steht im
niß zu den übrigen Klassen desselben Kreises
ner hohen Stufe der Entwickelung. Es besteht
en Fällen aus einer vordern, im Kopfe über
dem Schlunde gelegenen Anschwellung, die man als Gehirn bezeichnen kann und die bald mehr, bald minder deutlich aus zwei seitlichen Hälften zusammengesetzt ist. Von diesen Anschwellungen aus gehen zwei seitliche Aeste, die einen Ring um den Schlund bilden und auf der Bauchfläche in eine Kette von Knoten zusammenfließen, welche in der Mitte des Körpers sich nach hinten erstreckt. In der Regel liegt in jedem Ringel des Leibes ein Nervenknoten, der Aeste nach allen Seiten hin, besonders an die Fußstummeln aussendet. Es existirt also bei der großen Mehrzahl der Ringelwürmer eine auf der Rückenfläche des Schlundes gelegene Hirnanschwellung, ein Schlundring, und ein auf der Bauchfläche gelegenes, aus einzelnen Anschwellungen bestehendes Bauchmark. Bei den meisten Familien ist dieses Bauchmark scheinbar einfach, wenn auch stets aus zwei seitlichen Strängen gebildet, die in den einzelnen Knoten durch Ganglienmasse zusammengeschweißt sind; bei andern sind die Verbindungsstränge zwischen den Knoten getrennt und bei einigen niedern Typen der Ordnungen kommt sogar als Annäherung an die übrigen Klassen der Würmer eine völlige Spaltung des Bauchmarks in zwei seitliche Stränge vor, welche der Mittellinie bald näher gerückt, bald gänzlich auf beide Seiten hingeworfen sind.

Besondere Sinnesorgane sind als Augen, Tastorgane und zuweilen als Ohrenbläschen vorhanden. Vielen Würmern, besonders den Röhrenbewohnern, fehlen die Augen fast durchaus und sind nur bei einigen wenigen Gattungen aufgefunden worden; bei manchen sind sie hochorganisirt und bestehen aus Nervenstäbchen, lichtbrechenden Körpern und farbigem Pigmente. Die höhern Ringelwürmer besitzen meist nur zwei oder drei symmetrisch gestellte deutliche Augen; bei einigen gibt es deren sogar an den Kiemen, am hintern Ende, sowie an den Seiten des Körpers. Bei einigen Borstenwürmern hat man auch auf den Gehirnknoten selbst kleine runde Bläschen mit einem steinartigen Inhalte gefunden, welche man für Gehörbläschen anzusprechen berechtigt ist. Die Tastorgane bilden mehr oder minder lange Fäden, welche entweder am Kopfe oder auch seitlich an den Fußstummeln angebracht sind. Die Gliedfäden (cirrhi) des Körpers stehen sowol auf dem Rücken als auf den Bauchstummeln; da wo ein deutlicher Kopf vorhanden ist, sind sie nach vorn gerichtet und werden dann mit dem Namen Kopffühler (antennae) bezeichnet. Bei einigen Gattungen erscheinen sowol die Gliedfäden als die Kopffühler geringelt, sodaß sie den Fühlhörnern mancher Krebse und Insekten nicht unähnlich sehen.

Der Verdauungsapparat der Ringelwürmer besteht in den meisten Fällen aus einem geraden Darmkanale, der von dem am Vorderende angebrachten Munde durch den ganzen Körper nach hinten verläuft und sich in einem endständigen After öffnet, welcher meist ein wenig nach der Rückenseite zu angebracht ist. Nur selten ist der After näher am Munde angebracht. Der Mund ist bei den meisten mit wulstigen Rändern versehen und oft auch von scharfen Kiefern umstellt, welche zum Durchbohren der Beute oder zum Anbeißen ihrer Haut und zum nachherigen Aussaugen behülflich sind. Sehr oft wird die Aufnahme fester Nahrungsmittel auch durch einen muskulösen Schlund und das Fangen der Beute durch einen Rüssel unterstützt, welcher aus der Mundöffnung hervorgeschoben werden kann. Die meisten Borstenwürmer sind auch in der That sehr räuberische Thiere, und das Fangen der Beute wird bei denen, welche Röhren bewohnen, oft noch durch die ungeheuer langen Kopffühler unterstützt,

welche zugleich als Schlingen benutzt werden. An dem Darmkanale selbst kann man meistens einen Schlund, der bald länger, bald kürzer ist, und den dünnhäutigen Darm unterscheiden, der durch seitliche Brücken von Zellstoff, manchmal auch durch ein förmliches Gekröse in seiner Lage erhalten wird. Meist hat dieser Darm einzelne knotenförmige Anschwellungen oder zuweilen förmliche Blindsäcke, welche den einzelnen Ringeln entsprechen. Bei einzelnen Gattungen hat man an diesem Darme theils Speicheldrüsen, theils einen leberartigen Ueberzug von gelber, gekörnter Masse unterschieden.

Bei den meisten Borstenwürmern lassen sich besondere Athemorgane unterscheiden, welche in der Form baumartig verästelter Kiemen, bald an dem Kopfe, bald an der Rückenfläche über den Rückenstummeln ausgebildet sind. Trotz der bedeutenden Entwickelung, welche diese Kiemen bei vielen Würmern zeigen, fehlen sie oft nahe verwandten Familien, wo dann die Haut oder die innere Darmfläche die Athemfunction zu übernehmen scheint.

Von besonderer Wichtigkeit für den ursprünglichen Stamm, aus welchem viele Klassen der Würmer hervorgegangen sind, erscheinen auch die bei den Borstenwürmern wie bei den Räderthieren entwickelten Schleifenkanäle, seitliche, oft in Schleifen oder Knäueln ausgebildete Röhren, die sich meist mit einer flimmernden oder mit einer Geisel versehenen Mündung in die Leibeshöhle und mit einer in dem folgenden Segmente bestehenden Oeffnung nach außen öffnen. Die Kanäle sind oft drüsig, also offenbar Secretionsorgane; oft treten sie mit den Geschlechtsorganen in nähere Beziehung, indem sie die Producte derselben nach außen befördern; oft scheinen sie den Austausch zwischen den Flüssigkeiten der Leibeshöhle und dem Wasser, in dem der Wurm lebt, zu übernehmen; häufig sind sie in ihren verschiedenen Theilen verschieden gebaut oder nur in einzelnen Segmenten entwickelt und ziemlich rudimentär, ganz dürften sie wol niemals fehlen.

Das Gefäßsystem ist fast bei allen Borstenwürmern bedeutend entwickelt, seine geschlossenen Röhren lassen sich fast überall leicht nachweisen, da sich in ihnen ein meist roth, zuweilen auch gelb oder grün gefärbtes Blut bewegt. Die Hauptgefäßstämme pulsiren deutlich ihrer ganzen Länge nach, und oft existiren noch einige besonders ausgezeichnete pulsirende Anschwellungen in Schlauch- oder Bläschenform, die man nur gezwungen mit Herzen vergleichen kann und die stets paarig in der Nähe des Schlundes liegen. Gewöhnlich findet sich ein mittleres Rückengefäß, welches das Blut nach vorn, und ein mittleres Bauchgefäß, welches dasselbe nach hinten treibt. Es werden diese Gefäße durch zahlreiche Querbogen und Netze miteinander verbunden, und da, wo Kiemen existiren, erhalten diese einen zuführenden und einen rückführenden Ast von den Hauptgefäßen. Bei einigen wenigen Familien ist in der That noch kein Gefäßsystem nachgewiesen worden.

Verloren gegangene Theile werden in großem Umfange ersetzt; bei einigen Meerbewohnern scheint sogar der Kopf mit der vordern Hälfte wieder neugebildet werden zu können.

Die Fortpflanzung ist äußerst mannichfaltig. Sehr gewöhnlich ist bei vielen als ungeschlechtliche Vermehrung die Knospung, bei welcher an dem Hinterende des Leibes meist zwischen dem letzten und vorletzten Ringel ein Glied hervorsproßt, welches deutlich das Kopfende des neuzubildenden Individuums ist; während dieses nun auswächst und Ringel an Ringel reiht, entsteht wieder zwischen ihm und dem Mutterthiere eine neue Knospe, die sich [illegible] einem unabhängigen Individuum [illegible] hat auf diese Weise an einem Mutter[illegible] sechs Knospen hängend gefunden, wo[illegible] älteste, schon ein sehr vollständig au[illegible] darstellte, während die vorderste, jüngste [illegible] Kopfringel zeigte. In andern Fällen [illegible] Sprossen nur bis zu einem geringen Gr[illegible] entwickeln sich erst nach der Trennung [illegible] Thiere, welche sich durch Knospung fort[illegible] keine entwickelten Geschlechtstheile. Bei [illegible] sind die Geschlechter geschieden und [illegible] verschieden gestaltet, einige sind Zwitter. [illegible] entwickeln sich die Geschlechtsproducte [illegible] ten Zeiten in der Leibeswand oder auf [illegible] wänden, treten durch Platzen der [illegible] Haut in die Leibeshöhle ein und werden [illegible] Schleifenkanäle nach außen geschafft. Bei [illegible] und einigen andern Familien dagegen [illegible] sondere Ausführungsgänge. Die Eier [illegible] meisten einzeln oder gemeinschaftlich in [illegible] Haufen abgesetzt; bei vielen noch ziemlich [illegible] dem Leibe, zum Theil in besondern Brut[illegible] geschleppt; bei manchen so lange im [illegible] bis die Jungen sich entwickelt haben; bei [illegible] würmern an den Rand der Röhre geklebt.

Die Entwickelung geht meistens durch [illegible] Larvenformen hindurch, welche sich durch [illegible] von Wimperkränzen kennzeichnen, die sich [illegible] den gestellt sein können, nur vorn, vorn [illegible] ten, mehrfache in der Mitte entweder [illegible] mit vordern und hintern Wimperkränzen [illegible] Dazu kommen oft seltsame Anhänge von [illegible] Borsten und Fühlern, und höchst seltsam [illegible] gestalten. Im Körper sieht man außer den [illegible] gewöhnlichen Schichten, Eroderm und Entoderm [illegible] zuerst den Darm und dann die Sinnesorgane. [illegible] Oft werden bei Röhrenwürmern die Larven [illegible] Augen, Gehörblasen u. s. w. besitzen und [illegible] herschwimmen, zur sitzenden Lebensart rückkehren.

Während die bezeichneten Larvenformen [illegible] Meerwürmern die normale Entwickelung [illegible] kommen sie bei den Süßwasser- und Erdwürmern vor, indem hier das Junge in seiner definitiven Gestalt aus dem Ei kriecht.

Die meisten Borstenwürmer leben im Meere, [illegible] im süßen Wasser oder in der Erde und im Schlamm. Viele sind frei beweglich und kriechen oder schwimmen, einige selbst auf hohem Meere; andere bewohnen Röhren und Galerien. Einige werden als Köder [illegible] Angel benutzt; andere Verwendungen gibt es [illegible]

Ordnung der Vielborster (Polychaeta).

Zahlreiche Borstenbüschel auf [illegible] oder minder entwickelten Fußstummeln. [illegible] Meerthiere, die sich meist durch Larvenmetamorphose entwickeln.

Unterordnung der Schlangenwürmer (Errantia).

Leben frei oder nur im Sande [illegible] Die Kiemen stehen, wenn vorhanden, [illegible] den Fußstummeln der Rückenseite, [illegible] Kopfe. Die Fußstummeln tragen [illegible]

Eine sehr vielgestaltige Gruppe, mit [illegible] Formgestaltungen, bei welcher alle Organe [illegible] Ausbildung gelangen. Man hat nach [illegible] Familien unterschieden, unter welchen [illegible] ausgezeichnete Repräsentanten erwähnen:

eiden (Nereida) mit großem Kopf, vier
r Fühlern, acht Mundcirrhen, sehr kurzem
starken, mit spitzen Zähnen besetzten Kiefern,
leichartigen Segmenten (Nereide, Nereis
af. 29, Fig. 13), bald mit ungleichartigen, so-
rm aus zwei Hälften zusammengesetzt scheint.
hr nahe stehen die Glyceriden (Glycera
. 15), die unter dem spitzen Kopfsegm ungeheuern, mit vier hakenförmigen
paffneten Rüssel hervorstrecken können.
raupen (Aphroditida) sind auf dem Rücken
der minder großen Schuppen und stacheli-
bedeckt, die sich oft gänzlich verfilzen und
n die Kiemen liegen. Der Körper wird
platt; die Stachelhaare irisiren in pracht-
en. Die abgebildete Art (Seeraupe, Her-
trix, Fig. 12) häufig bei Neapel.
ndwürmer (Arenicolida) sind an den Kü-
s durch den hier abgebildeten Pier (Areni-
orum, Fig. 19) repräsentirt, der aus dem
breiten, schüsselförmigen Rüssel hervor-
n und drei Abtheilungen des Körpers zeigt,
mit großen Borsten, die mittlere mit baum-
Kiemen besetzt. Er wirft aus seinem Sand-
en wie ein Regenwurm auf, bewohnt vorzugs-
Strandregion, die sich bei der Ebbe abdeckt,
eifrig als Köder für die Angel aufgesucht.
milie der Hesioniden nähert sich durch
Fußstummel und wenig zahlreiche Borsten
rmern, unterscheidet sich aber durch den Kopf,
die Fühler und Cirrhen. Die abgebildete
mone sicula, Fig. 16), findet man im
Neapel.
milie der Cirratuliden bildet den Ueber-
er folgenden Unterordnung. Sie haben lange,
che Kiemen, die ihnen zugleich als Arme
n dienen, und lange Fühler an dem kleinen,
osen Kopfe. Bei der abgebildeten Art (He-
tus ater, Fig. 17) stehen vier Kiemenfäden
Seite des Kopfes hinter den beiden großen

erordnung der Röhrenwürmer
(Tubicola).

hiere wohnen meist in Röhren; die
stehen, wenn vorhanden, am Kopfe
n in dessen Nähe. Borsten meist haken-
Nur Meerbewohner. Larvenentwicke-
d rückschreitende Metamorphose.
der Pherusiden. Kiemen einfach, am
end, von einem Kranze starrer Borsten um-
as Blut ist grün, daher der Gattungsname
lbeten Art (Chloraema Dujardini, Taf.
0), die schmarotzend, ohne Röhren zu bilden,
eln lebt. Die Familie baut keine Röhren
t dadurch den Uebergang zu der vorigen
ung.
ermelliden besitzen wenigstens zwei deut-
dene Körperregionen, meist sogar drei. Faden-
iemen am Kopfe, an dessen Rand zwei große
ehen, welche die Röhre beim Zurückziehen
Röhren aus Sand und Muschelstücken fest
gekittet. Die abgebildete Art (Hermella al-
, Fig. 22) überzieht die Austernbänke und
jungen Austern.
der Terebelliden. Lange, höchst contrac-
und büchselförmige Kiemen am Kopfe. Fäden
ien flimmern. Bauen aus Sand und Mu-
sehr lax zusammengeleimte Röhren. Die abgebildete Art (Terebella emmalina, Fig. 21) häufig im Ocean.

Serpulida. Feste Kalkröhren, zuweilen spiralig gewunden. Kopf von einem Kreise von Kiemenfäden umstellt, von denen häufig einer oder zwei zu Deckeln der Röhre umgewandelt sind. Die abgebildete Art (Serpula vermicularis, Fig. 23) häufig auf Austern Muscheln, Felsen.

Chaetopterida. Körper in zwei oder drei Regionen getheilt. Keine Kiemen noch Blutgefäße. Bauchstummel doppelt. Röhren häufig. Die Röhren der abgebildeten Art (Phyllochaetopterus socialis, Fig. 18) bilden ineinander verfilzt förmliche Rasen auf dem Boden des Golfs von Neapel.

Ordnung der Erdwürmer (Oligochaeta oder Scoleina).

Weder Kiemen noch Fußstummel, Fühler oder Cirrhen. Die wenigen Borsten stehen in Gruben. Zwitter. Meist im süßen Wasser oder in der Erde, einige im Meere.

Diese Würmer haben einen langen runden Körper, der oft nur undeutlich gegliedert erscheint. Die Haut ist derb, zuweilen selbst lederartig, und auf beiden Seiten des Körpers sind Borsten in dieselbe eingesenkt, welche zur Unterstützung der Bewegungen dienen. Es stehen indeß diese Borsten niemals auf eigenen Fußstummeln, sondern stecken vielmehr oft fast gänzlich verborgen in paarigen Gruben der Haut. Man unterscheidet keinen deutlich abgesonderten Kopf, wohl aber bei der einen Familie zwei Nackenaugen, die den Regenwürmern abgehen. Der Mund zeigt niemals Kiefer oder rüsselförmige Organe, der Darm läuft gerade durch den Körper und läßt nur abwechselnde, den Ringeln entsprechende Einschnürungen, aber keine Blindsäcke wahrnehmen. Das Blut ist meist roth; es circulirt hauptsächlich durch zwei in der Mittellinie des Bauchs und des Rückens gelegene Längsgefäße, welche durch Quer äste verbunden sind, die bei den Regenwürmern namentlich im vordern Leibesende perlschnurartig geformt sind und lebhaft pulsiren. Die Schleifenkanäle sind meist nur an einzelnen Segmenten ausgebildet. Sämmtliche Erdwürmer sind Hermaphroditen und haben auf der Vorderfläche des Bauchs paarige Geschlechtsöffnungen, welche zu beiden Seiten der Mittellinie liegen, zum Unterschiede von den Egeln, welche nur je eine Geschlechtsöffnung zeigen. Hoden und Eierstöcke stecken übrigens öfters so ineinander, daß es unmöglich ist, sie zu trennen, indem in dem schlauchförmigen Eierstocke selbst der Hodenschlauch eingeschachtelt ist. Die Jungen machen keine Larvenmetamorphose durch.

Die Familie der Regenwürmer (Lumbricida) besteht aus walzenförmigen, höchst ungleich gegliederten (Regenwurm, Lumbricus agricola, Taf. 29, Fig. 26) Thieren ohne geschiedenen Kopf und ohne Augen, auf deren Bauchfläche in seitlichen Gruben, welche nahe an der Mittellinie angebracht sind, Packete gekrümmter Borsten stehen, die gänzlich in diese Gruben zurückgezogen werden können. Sie leben in Erdhöhlen, im feuchten Boden und scheinen besonders nachts ihrem Raube nachzugehen. Daß sie Pflanzenstiele, Wurzeln und Schossen abfressen, ist eine Fabel. Zur Brunstzeit entwickelt sich bei diesen Thieren hinter den Geschlechtstheilen eine Anhäufung von Drüsenbälgen, welche einen zähen, ueberigen Schleim absondern, der besonders zum Festhalten bei der Begattung dient. Die Drüsenbälge selbst schwellen zu dieser Zeit an und bilden entweder einen auf dem Rücken liegenden Sattel oder einen förmlichen Gürtel um den Leib, welcher von Unkundigen meist für eine vernarbte Wunde gehalten wird.

Einige Gattungen dieser Erdwürmer bauen sich förmliche Röhren, während die meisten sich begnügen, ihre Galerien mit Schleim auszufüttern und sie dadurch vor dem Zusammenfallen zu schützen. Die Eier werden in schleimigen erhärtenden Hüllen (sogenannten Cocons) abgesetzt.

Die Familie der Wasserschlängel (Naididae) begreift kleine, undeutlich gegliederte, außer den Borstenbündeln am Leibe auch noch mit einfachen Seitenborsten versehene Würmer, welche besonders den Schlamm der süßen Gewässer bewohnen und darin sich Galerien graben, aus denen sie den stets lebhaft schlängelnden Kopf hervorstrecken. Einige Arten (Chaetogaster) schmarotzen auch in der Mantelhöhle der Wasserschnecken. Die meisten haben zwei deutliche Augen. Es pflanzen sich diese Thiere unabhängig von der geschlechtlichen Entwickelung auch noch in der oben beschriebenen Weise durch Theilung fort, und ihre ausgezeichnete Reproductionskraft nach Verletzungen ist schon oft der Gegenstand vielfacher Beobachtungen gewesen. Die abgebildete, in allen süßen Gewässern häufige Art (Rüsselnaide, Nais proboscidea, Fig. 27) ist durch den langen, rüsselähnlichen Fortsatz der Stirn ausgezeichnet.

Zwei Typen, die anderwärts nicht unterzubringen sind, verdienten die Aufstellung eigener Klassen oder Ordnungen, obgleich sie nur je von einer Gattung gebildet werden. Der eine ist derjenige der Ruderwürmer (Gymnocopa) (Tomopteris onisciformis, Fig. 24), glashell durchsichtige, in der See schwimmende Thierchen mit Stirnfühlern, zahn- und kieferlosem Munde, zweiruderigen Fußstummeln ohne Borsten, und die Klauenwürmer (Onychophora), die im feuchten Moose der Wälder Südamerikas und Südafrikas leben, borstenlose Fußstummel mit Klauen tragen, zwei geringelte Kopffühler besitzen, Zwitter sind und den Uebergang zu den Gliederthieren machen (Peripatus quitensis, Fig. 25).

Klasse der Sternwürmer (Gephyrea).

(Tafel 29, Figur 32.)

Ungegliederte Meerwürmer von cylindrischer Gestalt, ohne Fußstummeln, mit meist einziehbarem Rüssel, gewundenem Darmkanal, stark entwickelten Schleifenkanälen und getrenntem Geschlechte.

Der Körper dieser Thiere ist walzenförmig, drehrund, von einer derben lederartigen Haut umhüllt und meist nackt, doch sieht man bei einigen Gattungen steife, in die Haut eingepflanzte, unbewegliche Borsten, oder auch an dem Vorderende einige Haken, die zum Festhalten dienen. Alle diese Thiere leben im Sande, in Löchern und in Höhlen in ähnlicher Weise unter dem Wasser, wie die Regenwürmer auf dem festen Lande. Sie zeigen keinen besonders abgesetzten Kopf und keine Sinnesorgane. Das Nervensystem besteht aus einem Bauchmarke und einem Schlundringe, an dem sich ein unbedeutender Hirnknoten erkennen läßt. Pigmentflecken, bei einigen vorhanden, werden als Augen gedeutet. Der Mund befindet sich an dem vordern Ende des Körpers und ist bei den meisten Gattungen mit einem langen Rüssel versehen, welcher meist unbewaffnet, zuweilen aber mit rückwärts gebogenem Haken besetzt ist. Der Mund steht bald an der Spitze, bald an der Basis dieses Rüssels, der bei einigen nur verkürzt, bei andern gänzlich eingestülpt werden kann, bei einer Gattung in zwei Kappen endet. Der Darmkanal erscheint bei den meisten Gattungen gewunden, nur bei einigen grade und öffnet sich an dem hintern Ende des Körpers; nur bei einer Gattung findet sich der After auf der Bauchseite in der vordern Hälfte des Körpers. Das Gefäßsystem ist sehr wenig entwi[illegible] einigen als Rücken- und Bauchstamm [illegible] den Borstenwürmern, nachgewiesen; [illegible] scheint es ebenso wie besondere Athe[illegible] zu fehlen. Die Schleifenkanäle sind [illegible] baumartige Röhren oder drüsenähnl[illegible] handen, die theils in den Mastdarm, [illegible] außen münden und mit weiten, trichterf[illegible] flimmernden Oeffnungen in der Leibe[illegible] Sie sind meistens auch mit der Aus[illegible] schlechtsproducte betraut, welche in [illegible] ganen sich entwickeln und bei der Reife in [illegible] fallen. Die Larven schwärmen einige [illegible] perträngen in der Gestalt von Wa[illegible] Gattungen und Arten sind wenig zahl[illegible]

Man hat sie, je nach der Gegenwart [illegible] Borsten, in bewaffnete und unbewaffn[illegible] getheilt. Wir bilden aus der ersten [illegible] der gemeinsten Arten aus dem Ocean ab [illegible] nudus, Taf. 29, Fig. 32). Das Ur[illegible] Begriffe, den sehr langen, mit Haken bew[illegible] einstülpbaren Rüssel zu entwickeln. Ein[illegible] einem Vorsprunge den After.

Klasse der Rundwürmer (Ne[illegible]

(Tafel 29, Figur 31, 33 bis [illegible])

Meist drehrunde, schlauchförmige Würmer ohne Gliederung, [illegible] setzten Kopf und ohne Fußstum[illegible] meisten sind Schmarotzer und getrennt[illegible] schlechts.

Der Körper der Rundwürmer ist [illegible] zuweilen gleichförmig an beiden Seiten [illegible] abgeplattet oder mehr rundlich. Ein[illegible] derselben erreichen im Verhältniß zu ihr[illegible] ungeheure Länge, sodaß sie wie [illegible] Drähte erscheinen; bei vielen ist das [illegible] dere Ende des Körpers bedeutend verdü[illegible] sich wie ein Rüssel oder feiner Schwa[illegible] während bei andern mancherlei Anhänge [illegible] Schwanzblasen u. dgl. das eine oder [illegible] breiter oder verdickt erscheinen lassen. [illegible] Thiere ist stets derb und bei den meisten [illegible] Querrunzeln gefaltet, sodaß der Körper [illegible] oder minder geringelt erscheint. Es ver[illegible] Runzeln leicht durch Einsaugung von Wa[illegible] sich der Körper oft bis zum Platzen [illegible] meisten Typen der Klasse kann man [illegible] genen und oft sehr festen Oberhaut [illegible] und Querfasern gewebte Lederhaut und [illegible] eine Schicht von Muskelfasern, einen H[illegible] unterscheiden, durch welchen die Zu[illegible] und Ausdehnungen des Körpers bewirkt [illegible] der meist an den Seiten oder auch an [illegible] Rücken unterbrochen ist, wodurch längs[illegible] und Medienfelder entstehen, in welchen [illegible] Nerven verlaufen.

Hinsichtlich des Nervensystems sind [illegible] alle Zweifel gehoben. Bei den Krat[illegible] lion an der Basis der Rüsselscheide [illegible] Nemotoden will man einen feinen Schl[illegible] haben, der sechs Nervenstämme entsen[illegible] lienzellen theils vor, theils neben [illegible] Schlundringe enthält; bei Sagitta [illegible] und unteres Schlundganglion. Bei [illegible] Arten kommen Augen, d. h. Pigm[illegible] ohne lichtbrechenden Körper vor. Bei [illegible] sich gar keine differenzirten Sinne[illegible] und Pupillen am Munde mögen als [illegible]

Das Verdauungssystem ist bei [illegible]

t einfach. Bei den Kratzern fehlt jede Spur
ıtanals. Die Thiere ernähren sich nur durch
g der sie umgebenden Flüssigkeiten mittels
Bei den Saitenwürmern findet sich wel
anal, der in dem Körper hinläuft, und auch
öffnung, aber kein After, während bei den
ern stets ein vollständig ausgebildeter Darm-
endständiger Mundöffnung und After vor-
. Bei diesen lassen sich auch öfter in dem
und dem Anfange des Darmkanals hornige
oder Wülste unterscheiden, die oft besonders
erden können und eine Bewaffnung des
angs darstellen.
hlund ist eng und oft hornig; auf ihn folgt
geliger Muskelmagen, der weitere Drüsenma-
er Darm sind meist zellig; der After steht
Ende, sondern ist mehr oder minder nach
kt.
Gefäßsystem noch Athemorgane. Die den
mälen der Würmer analogen Organe bilden
inen Längskanäle, die in den Seitenfeldern
und vorn am Halse in einer gemeinschaft-
nung, dem Halsporus, ausmünden, bei den
t zwei in die Leibeshöhlen hineinragenden
Lemnisci) in Verbindung stehen.
chlechter sind meist getrennt und häufig sehr
gestaltet. Bei den wenigsten findet Larven-
pose statt. Der Wurm entwickelt sich aus
en Dotter.
nigsten Rundwürmer leben frei, im Meere,
asser, in der Erde oder in verschiedenen
en. Die meisten sind Schmarotzer in andern
nd viele wandern aus den einen in die andern
ein.

z der Borstenkiefer (Chaetognathi).

mmende Meerwürmer mit Flossen, Bor-
stenförmigen Kiefern und geradem
Zwitter.

dnung wird nur von einer einzigen Gattung ge-
gitta bipunctata, Taf. 29, Fig. 31). Der
walzenförmig, der Kopf etwas gesondert, der
l von einem Flossensaume umgeben, der sich an
Stellen zu End- und Seitenflossen erhebt.
d ist mit zwei großen seitlichen Hakenkiefern
, welche aus gekrümmten, starken Borsten
gesetzt scheinen. Zuweilen stehen feine
n den Seiten des Körpers. Der Darm ist
After bauchständig am Beginn des Schwanzes.
vensystem besteht aus zwei Schlundganglien;
obern sitzen zwei Augen. Die Geschlechts-
aus Hoden und davorliegenden Eierstöcken
liegen an der Basis des Schwanzes. Die
ideln sich ohne Metamorphose.
piere schwimmen im Meere. Ihre Stellung
weifelhaft, doch schließen sie sich durch einige
eerwürmer (Chaetosoma, Rhabdogaster) noch
ten an die Fadenwürmer an.

ng der Fadenwürmer (Nematodes).

ebildeter Darmkanal. Geschlechter
t, mit sehr seltenen Ausnahmen.

rdnung ist von höchster Bedeutung für den
, indem ihr diejenigen Schmarotzer angehören,
r das Leben am gefährlichsten sind. Die all-
anatomischen Verhältnisse wurden schon bei
ndlung der Klasse erörtert. Hier ist noch be-
das hinsichtlich der Fortpflanzung Bekannte
igen.

Die innern Geschlechtsorgane sind stets in Röhrenform entwickelt; bald einfach, bald doppelt und vielfach im Körper umhergewunden. Die röhrenförmigen Eierstöcke, in welchen sich die Eier meist in eigenthümlicher Weise um eine mittlere Spindel (Rhachis) entwickeln, gehen allmählich in die Eileiter über, die häufig Erweiterungen haben, in welchen die Eier sich zuweilen vollständig entwickeln, sodaß die Würmer lebendige Junge gebären. Die weibliche Geschlechtsöffnung findet sich meist nach vorn an der Bauchseite, etwa in der Mitte der Körperlänge, selten am Ende. Das Weibchen ist stets größer und häufiger oft sogar sehr anders gestaltet als das Männchen, das außer den schlauchförmigen Hoden, in welchen seltsam gestaltete Samenkörperchen erzeugt werden, meist noch sehr entwickelte Begattungsorgane besitzt in Form von hornigen Leisten (Spicula), glockenförmigen Taschen u. s. w. Die Copula bei der Begattung ist sehr innig, oft so sehr, daß sich das kleinere Männchen, das auf der weiblichen Geschlechtsöffnung wie ein zweiter Vorderkörper aufsitzt, nur mit Gewalt trennen läßt.

Die Jungen entwickeln sich aus dem ganzen Dotter und haben gemeiniglich eine schlanke Form mit etwas schräg abgestutztem Hinterende (Rhabditisform). Außer den gewöhnlichen Individuen hat man auch bei einigen Arten verschiedene Erscheinungsformen beobachtet. So wird die Rhabditislarve von Dochmius trigonocephalus, die im Wasser lebt, bald im Darm des Hundes, welcher das Wasser säuft, geschlechtsreif und ändert dabei die Form. Dann legt das Weibchen Eier, die mit den Excrementen des Hundes in das Wasser gelangen und dort Rhabditislarven werden. Bleiben diese im Wasser oder kommen sie in Schnecken, so werden sie ebenfalls geschlechtsreif, ändern aber die Form nicht.

Ascaris nigrovenosa hat ebenfalls zwei geschlechtsreife Formen. Die eine lebt in der Lunge des Frosches. Die Jungen, von Rhabditisform, wandern aus und finden sich in der Kloake des Frosches, von wo sie in Schlamm und feuchte Erde gelangen. Sie behalten die Rhabditisform, begatten sich, die Jungen bleiben im Uterus, fressen erst die Eischalen, dann die Organe der Mutter, sprengen endlich die leere Hülse. Frei geworden ändern sie die Form und die Gestaltung der innern Organe und pflanzen sich fort. Erst durch die Einwanderung in Frösche erzeugt sich der Spulwurm derselben in seiner Form.

Das Leben der Fadenwürmer setzt sich aus verschiedenen Phasen zusammen. Die einen leben beständig frei, im süßen und Salzwasser, in Schlamm und Dammerde, faulen Früchten, gärenden Pflanzenstoffen u. s. w.; die andern haben, wie wir gesehen haben, zwei geschlechtsreife Formen, eine freie und eine schmarotzende. Viele schmarotzen während des größten Theils ihres Lebens, besonders im entwickelten Zustande, leben aber frei während eines Theils ihrer Jugend. Die Schmarotzer beschränken sich nur selten auf ein Wohnthier, gewöhnlich durchlaufen sie ihren Lebenscyklus in zwei Wirthen, in dem einen im unreifen Zustande, sei es frei, sei es eingekapselt, in dem andern im reifen Zustande. Gewöhnlich ist dann die Wanderung passiv. Der Wirth, in welchem sich der unreife Wurm befindet, wird von einem Feinde gefressen, z. B. Weichthiere von Fischen, Fische von Vögeln oder Säugethieren u. s. w. Im Darm des Fressers werden dann die Würmer frei, begatten sich, ihre Eier oder Jungen gelangen nach außen mit den Excrementen und kommen durch das Wasser, die Erde u. s. w. in den Bereich des ersten Wirthes Außer diesen passiven Wanderungen kommen aber

auch active vor, indem freilebende Würmer sich von außen in die Wirthe einbohren, wozu sie oft besondere Waffen (Bohrstacheln u. s. w.) besitzen, die sie später abwerfen. Active und passive Wanderungen kommen auch innerhalb der Körper der Wirthe vor, indem die winzigen Embryonen der einen in die Gefäße gelangen und mit dem Blute circuliren, bis sie zum gelegenen Entwickelungsorte gelangen, während andere sich einen Weg durch die Gewebe des Wirthes bis zu ihrem Platze bahnen.

Die Familien sind sehr zahlreich. Wir erwähnen nur diejenigen, die besonders interessiren.

Die Familie der Aalwürmchen (Anguillulida) besteht aus kleinen rundlichen Fadenwürmchen mit spitzem, bei einer Gattung warzigem Schwanzende, die in großen Mengen in gärenden und faulenden Stoffen vorkommen. Die weibliche Geschlechtsöffnung liegt in der Mitte des Körpers oder etwas mehr nach vorn; die männliche, mit einem einfachen hornigen Begattungsorgane versehene, weit nach hinten am Beginn des Schwanzendes. Der rundliche, endständige Mund ist unbewaffnet, der Darm gerade, meist mit einem zwiebelartigen dickern Schlundkopfe versehen. Eierstock und Hoden bilden einen einfachen Schlauch. Die bekannten Essigälchen und Kleisteralchen, sowie die im Mutterkorn und im rostigen Getreide vorkommenden Würmchen gehören dieser Familie an. Die Eier entwickeln sich meist im Leibe der Mutter, sodaß sie lebendige Junge gebären. Sie leben nach jahrelanger Austrocknung durch Befeuchtung wieder auf.

Familie der Spulwürmer (Ascarida). Mund dreieckig, mit Knötchen am Eingange des Schlundes, zuweilen auch mit Tastwärzchen. Eierstöcke doppelt. Männliche Geschlechtsöffnung nahe dem spitzen Schwanzende. Hierher gehört der unserer abgebildeten Art (Pferdespulwurm, Ascaris, Taf. 29, Fig. 35) ähnliche, gemeine Menschenspulwurm (Ascaris lumbricoides), der bis zu 40 Centimeter lang wird, vorzugsweise im Dünndarme lebt, am häufigsten bei Kindern von 5—15 Jahren ist, zuweilen auswandert, nur ausnahmsweise in andere Darmregionen oder Organe eindringt, nur selten ernstliche Beschwerden macht, leicht sich abtreiben läßt (Semen cinae — Blütenknospen von Artemisien und das daraus bereitete Santonin). Er producirt Millionen von Eiern, die mit dem Kothe abgehen. Wie er in den Menschen gelangt, ist unbekannt. Zu derselben Familie gehört der Madenwurm oder Spitzschwanz (Oxyuris vermicularis, Fig. 36). Die Weibchen werden bis 1 Centimeter, die höchst seltenen Männchen, die einen stumpfen eingerollten Schwanz haben, nicht halb so lang. Sie finden sich in Massen im Mastdarme der Kinder, wandern abends im After und den benachbarten Theilen umher und verursachen unerträgliches Kitzeln. Klystiere mit Kalkwasser wirken vortrefflich dagegen. Wie sie in den Menschen kommen, ist unbekannt.

In die Familie der Fadenwürmer (Filarida) mit rundem, knotenlosem Munde und sehr langem, fadendünnem Körper gehört der Fadenwurm der Tropengegenden (Filaria medinensis), welcher sich in die Haut einbohrt und dort Geschwüre bildet, die endlich, wenn der Wurm seine Brut absetzen will, aufbrechen. Man wickelt ihn dann durch höchst langsames Aufwinden heraus und hütet sich sehr, ihn zu zerreißen, da seine Leibeshöhle eine ätzende Flüssigkeit enthält, welche auf das Geschwür vergiftend einwirkt. Der Wurm soll die geschlechtsreife Form eines in dem Süden besonders im Brackwasser lebenden Aelchens (Urolabes) sein.

Zur Familie der Pfahlwürmer (Strongylida), wo die Männchen einen glockenförmigen Schirm als Copulationsapparat und die Weibchen einfache Eierstöcke besitzen, gehört der Riesenwurm (Eustrongylus gigas), welcher in den Nieren des Schweins, und auch in höchst seltenen Fällen des Menschen vorkommt, eine Länge von mehrern Fuß erreicht und durch seine Zerstörung stets den Tod des Individuums herbeiführt. Der Wurm kommt auch bei manchen Fleischfressern und Haustthieren vor, ist aber immer selten. — Zu derselben Familie gehört ein im Dünndarme der Südländer, besonders Nordafrikaner, lebender Wurm, der Blutwurm (Anchylostomum duodenale). Das Weibchen wird bis 18 Millimeter, das Männchen halb so lang; das Thier hat eine runde, bauchige, bartlose Mundkapsel mit klauenartigen Zähnen darin, beißt damit die Darmwand an, saugt Blut und verursacht hartnäckige und selbst tödliche Blutungen. Art der Einwanderung unbekannt.

Familie der Peitschenwürmer (Trichotrachelida). Vordertheil des Körpers fadenförmig oder wenigstens verdünnt; Hinterleib dicker, beim Männchen spiralig eingerollt. Hierher gehört der ganz unschädliche Peitschen- oder Haarwurm (Trichocephalus dispar, Fig. 37), der den Dick- und Dünndarm des Menschen bewohnt. Das fast gleichlange Männchen hat einen spiralig eingerollten Leib, während das abgebildete Weibchen gestreckt ist. Häufig. Einwanderung unbekannt.

Zu derselben Familie gehört aber auch die höchst schädliche Trichine, die von dem Schweine auf den Menschen übergepflanzt wird. Die Geschichte dieses Würmchens, das im weiblichen Geschlechte ausgewachsen 3 Millimeter, im männlichen halb so lang wird, beruht auf passiver Wanderung aus einem Thiere in das andere. In dem einen Wohnthiere lebt der Wurm als geschlechtslose Muskeltrichine eingekapselt in den Muskeln, vorzugsweise in denen des Kehlkopfes oder der Augen, dann aber in allen Muskeln ohne Ausnahme. Man sieht dann stecknadelkopfgroße, weiße Pünktchen, bei stark inficirten Thieren zu Millionen in den Muskeln, die sich bei genauerer Untersuchung als meist ovale Kapseln darstellen, in welchen der Wurm eingerollt liegt (Trichinenkapseln, links mit dem Wurm, rechts verkalkt, Fig. 33). In diesen Puppenkapseln liegt der Wurm lebend gewiß Monate, vielleicht Jahre. Wird er während dieser Zeit nicht befreit, so stirbt er ab und die Kapsel füllt sich mit kreidiger Masse. Wird aber das Thier (Mauthwürfe, Mäuse und ganz besonders Ratten) von einem Schweine z. B. gefressen (der gewöhnliche Ansteckungsfall), so wird das Fleisch im Magen des Schweins verdaut, die Kapseln lösen sich auf und die Trichinen werden im Darme frei. Sie entwickeln sich in wenigen Tagen, begatten sich und gebären Junge. Diese bohren sich in die Darmwandungen und die Blutgefäße ein, gelangen in die Muskeln, fressen die Muskelsubstanz, rollen sich dann spiralig zusammen und puppen sich, dann in der Kapsel ein, die theils von ihnen, theils von dem Muskel geliefert wird. Der Zeitpunkt, wo die Muskeltrichinen einwandern und fressen, ist die Zeit der Erkrankung — Schmerzen in den Muskeln, rheumatischen ähnlich, Heiserkeit, Fieber, bei massenhafter Einwanderung typhusähnliche Zustände und Tod. Vom Schweine auf den Menschen setzt sich der Proceß fort; die Muskeltrichine des Schweins wird Darmtrichine (Trichina spiralis, reifes Weibchen, Fig. 34) beim Menschen, und ihre Jungen wandern in die Muskeln desselben ein. Man hat Erkrankungen vieler Personen mit häufigen Todesfällen nach dem Genusse eines inficirten Schweins beobachtet. Mit der Ein-

der Trichinen hören die Krankheitserschei-
f. Um die Epidemie zu verhüten, ist zweier-
1: Abhaltung der Schweine von Futter und
, wo sie Ratten und deren Leichname fres-
1; Abhaltung der Menschen vom Genusse
Fleisches. Da die Trichinen sehr zählebig
arf es zu ihrer Tödtung vollkommenen Durch-
s Schweinefleisches. Am gefährlichsten sind
rste und rohe Schinken.

z der Saitenwürmer (Gordiacea).
würmer ohne Darm und After. Schma-
emporär in Insekten. Geschlechter
.
rper ist meist sehr lang im Verhältniß zur
ie Anatomie ist noch nicht vollständig auf-
Der Mund öffnet sich entweder unmittelbar
einer kurzen Speiseröhre in die Leibeshöhle,
nem eigenthümlichen Zellkörper ausgefüllt ist.
Wasserkälbern (Gordida) entstehen aus
Wasser abgelegten birnförmigen Eiern kurze,
en mit einem Stirnstachel, zwei Reihen von
eln und kurz zungenförmigem Hinterende.
n sich mit diesen Waffen in Wasserinsekten
e weitere Metamorphose und Auswanderung
lben ist unbekannt. Die erwachsenen Gor-
en sich in Insekten, besonders Heuschrecken
opteren ein, schmarotzen in der Leibeshöhle
und treten wieder aus, um sich zu begatten.
n einem dünnen Drahte ähnlich. Andere
a) länger, und von weißer Farbe, leben in
verlassen dieselben, um in feuchter Erde zu
erzeugen Junge mit einfachem Bohrstachel,
teres Schicksal unbekannt. Noch andere, mit
rten Männchen (Sphaerulida) leben in Hum-

ung der Kratzer (Acanthocephali).
: Mund noch Darm. Ein einstülpbarer,
en besetzter Rüssel zum Einbohren.
hter getrennt.
rdnung enthält nur eine einzige Gattung
ynchus), deren Arten aber sehr zahlreich sind
welchen die größte Art, ein Wurm, der zu-
ine Länge von $1\frac{1}{2}$ Fuß erreicht (Echino-
ıs gigas, Taf. 29, Fig. 38), in dem Darme
uns einheimischen Schweine, der wilden wie
en, ziemlich häufig vorkommt. Die Kratzer
nen schlauchförmigen quergerunzelten Körper,
orn einen Hakenrüssel zeigt, der, wie schon
ben, in eine Scheide zurückgestülpt werden
ie in Reihen gestellten Häkchen sind rückwärts
und dienen besonders als Halter, sowie zum
ren der Darmwände und Gewebe des Körpers.
sel sowie seine Scheide werden von eigenen
bewegt. Zwischen der Oberhaut und der
t liegt ein Netz weitmaschiger, wandungsloser
die in einer meist röthlich gefärbten weichen
sgehöhlt sind und den Schleifenkanälen ent-
Mit diesem Kanalsysteme stehen zwei band-
Organe, die sogenannten Lemniscen, in Ver-
, welche von der Rüsselscheide aus in die
hle hineinragen und die ebenfalls von wan-
en Kanälen durchzogen sind. Verdauungs-
und sonstige innere Organe fehlen durchaus.
hlechter sind getrennt. Die kleinern Männchen
ets zwei ovale Hoden, deren Ausführungs-
urch eigenthümliche Drüsen hindurch in eine
schiefe napfförmige Tasche münden, welche sich auf die weibliche Geschlechtsöffnung bei der Begattung aufkittet. Die großen Weibchen zeigen an der Rüsselscheide ein frei herabhängendes Band, an welchem die Eierstöcke hervorsprossen, um sich später loszulösen und in die Bauchhöhle zu fallen. In diesen losen Eierstöcken entwickeln sich die langen Eier, die meistens eine faserige Hülle besitzen und dadurch ein eigenthümliches Aussehen erhalten. Die ausführenden Geschlechtsorgane bestehen aus einem mit trichterförmiger Mündung in die Leibeshöhle mündenden Schlauche, welcher äußerst beweglich ist, die reifen Eier förmlich einschluckt und nach außen befördert. Die Embryonen sind mit Haken bewaffnet, bohren sich in verschiedene Wasserthiere ein, kapseln sich in diesen ersten Wohnthieren ein, erlangen ihre Reife und leben dann als ausgebildete Würmer im Darme derjenigen Thiere, welche den ersten Wirth gefressen haben.

Klasse der Plattwürmer (Platyelmia).

(Tafel 29, Figur 28 bis 30, 39 bis 42 und Tafel 30, Figur 1 bis 22.)

Würmer ohne Kopf und Borsten, mit plattem, mehr oder minder gestrecktem Körper, meist Zwitter und großentheils Schmarotzer.

Der Körper ist bald breit, blattartig, bald mehr schnurförmig und läßt nur dann Gliederungen erkennen, wenn die Tendenz zur Bildung besonderer, als Ketten zusammenhängender Individuen vorhanden ist. Nur höchst selten sieht man eine eigentliche Leibeshöhle, meist sind die Organe im Parenchym eingebettet.

Die Haut ist bei vielen zeitlebens, bei andern nur im jugendlichen Alter, seltener zu keiner Zeit mit Wimperhaaren besetzt und zeigt meist einzelne Drüsenzellen, sowie bei einigen sogenannte Nesselorgane, d. h. in die Haut gestellte, leicht losgehende feste Körperchen oder Stäbchen, welche bei den Polypen besonders entwickelt sind, aber auch bei einigen Nacktschnecken des Meeres vorkommen. Oft finden sich besondere Haft- und Bewegungsorgane, Warzen, Saugnäpfe, Haken — aber niemals Bewegungsborsten, wie bei den Borstenwürmern. Die Bewegung geschieht theils durch die Wirkung der Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen des Körpers, dessen Hautmuskelschlauch oft sehr entwickelt ist.

Das Nervensystem ist verschieden gestaltet, besteht aber immerhin wenigstens aus zwei etwas seitlich gelegenen obern Schlundganglien (Hirnganglien), die durch einen Ring unter dem Schlunde vereinigt sind, wenn es überhaupt vorhanden ist; denn bei einigen (Bandwürmern, Balanoglossus) ist es noch durchaus unbekannt. Am ausgebildetsten ist es aber bei den Egeln, wo ein vollständiges Bauchmark mit obern und untern Schlundganglien besteht; bei den Schnurwürmern weichen die beiden Stränge, welche das Bauchmark bilden und bei den Egeln erkennbar sind, zur Seite und trennen sich ganz, und bei den andern sind die Seitenstränge nur sehr kurz und von gewöhnlichen Nerven wenig verschieden.

Die Sinnesorgane sind im ganzen wenig ausgebildet. Den meisten Schmarotzern gehen sie ganz ab; bei vielen finden sich Lappenanhänge des Körpers oder Tastständchen, krystallhelle brüchige Stäbchen an bestimmten Stellen der Haut; die Augen, wenn vorhanden, sind meist in der Mehrzahl und in pigmentirten Gruben angebracht; Ohrbläschen mit Ohrsteinen darin, einfach oder doppelt, nur bei wenigen entwickelt.

Das Verdauungssystem fehlt einigen, die nur durch Aufsaugung mittels der Haut leben, gänzlich; bei andern hat es noch eine vordere Oeffnung, während

ein After fehlt. Bei vielen ist er sehr einfach, bei andern äußerst verästelt; der Mund bald bewaffnet, bald nackt. Ebenso wenig wie für dieses System läßt sich etwas Allgemeines für die Organe der Athmung, des Kreislaufs und der Fortpflanzung sagen — wir werden diese bei den einzelnen Ordnungen in Betracht ziehen. Dagegen läßt sich behaupten, daß die Schleifenkanäle, freilich in verschiedenen Modificationen, allgemein vorkommen und von jeder Verbindung mit den Geschlechtsorganen losgelöst sind, sodaß sie nur als Absonderungsorgane und zum Austausche der Flüssigkeiten thätig sein können.

Die Plattwürmer leben entweder frei, meist im Meere, oder als Außen- und Innenschmarotzer. Am Boden festsitzende Typen sind nicht bekannt. Nur höchst wenige leben auf dem Lande, in feuchter Erde oder feuchten Wäldern. Alle, welche im erwachsenen Zustande Wimpern auf dem Körper haben, leben frei schwimmend oder kriechend; bei allen andern zeigt sich die Tendenz zum Parasitismus mehr oder minder ausgebildet. Hiernach kann man zwei Unterklassen unterscheiden.

Unterklasse der Wimperwürmer (Vibrantia).

Im erwachsenen Zustande Wimperhaare auf dem Körper. Leben frei.

Ordnung der Schnurwürmer (Nemertida).

Körper lang, schnurförmig; gerader Darm mit Mund und After; selbständiger, einstülpbarer Rüssel; meist getrennte Geschlechter.

Der Körper ist platt wie eine Schnur, glatt und durchaus mit flimmernden Wimpern bedeckt, seine Contractilität außerordentlich groß. Das Nervensystem besteht bei der höhern Familie aus zwei seitlichen, meist ziemlich bedeutenden Knoten, die aus mehrern Anschwellungen zusammengesetzt sind und durch einen breiten Verbindungsstrang auf der Bauchseite vereinigt werden. Von diesen Knoten aus strahlen Nerven nach vorn und zwei ziemlich bedeutende Hauptnervenstränge laufen längs den Seiten des Körpers nach hinten. Die häufig fehlenden Augen finden sich am vordern Ende des Kopfes und außer ihnen meist noch zwei seitliche Gruben, welche mit größern Wimperhaaren versehen sind als die übrige Hautoberfläche, deren Bedeutung für die Oekonomie des Thiers aber noch unerräthselt ist. Der Verdauungsapparat ist einfach gestaltet; der Mund bildet eine Längsspalte, die in einen geräumigen Darmkanal führt, der ganz gerade verläuft, viele ringförmige Einschnürungen besitzt und ebenfalls nach hinten in einem After endet. Ueber dem Darme und unabhängig von demselben ist eine am vordern Ende des Körpers geöffnete Röhre angebracht, welche einen oft bedeutend langen Rüssel enthält, der nach außen hervorgestülpt werden kann und an dessen Grunde sich eine dolchähnliche Waffe befindet, mit welcher wahrscheinlich die Beute durchbohrt und dann ausgesogen wird. Das Gefäßsystem besteht aus zwei seitlichen und einem mittlern, auf der Rückenfläche verlaufenden Stamme, in denen eine lebhafte Flimmerbewegung bemerkt werden kann und die sich vorn und hinten durch Querschlingen vereinigen. Bei einigen Gattungen ist das Blut, welches diese Gefäße führen, gelb oder roth gefärbt.

Die Geschlechtsorgane bestehen aus einfachen Säckchen oder Schläuchen, die auf der äußern Fläche des Darmkanals aufsitzen und die bei dem einen Individuum Eier, bei dem andern Samen erzeugen. Die entwickelten Eier fallen in seitliche Räume und scheinen durch Oeffnungen an den Seiten [illegible] langen. Begattungsorgane hat man nicht [illegible] Die Eier werden in Schnüren gelegt, [illegible] sich in ihnen aus jedem Dotter, [illegible] meinschaftlich in einer Gallerthülse [illegible] rundlicher, mit Wimpern versehener [illegible] einiger Zeit die Gallerthülse durchbrich[illegible] bryonen lassen in ihrem Innern [illegible] wahrnehmen, der sich bald schärfer [illegible] wurmförmige Bewegungen macht. [illegible] der Wurmkörper die flimmernde Hülle, [illegible] schrumpft zurückläßt, während er selbst [illegible] Würme auswächst. Bei einigen [illegible] Eier ihren Entwickelungsproceß im [illegible] durch, sodaß lebendige Junge geboren [illegible] andern ist der Larvenzustand weit [illegible] sodaß innerhalb einer höchst eigenthümlichen [illegible] Gestalt eines Fechthutes (Pilidium) [illegible] der Schnurwurm entsteht, der nur sehr [illegible] des Larvenkörpers in sich aufnimmt.

Man kennt nur sehr wenige Schnurwürmer [illegible] Wasser (Prorhynchus) mit sehr kurzen [illegible] vielen ist der Rüsselschlauch weit länger [illegible] per. Wir gehen auf die verschiedenen [illegible] man unterschieden hat, nicht weiter [illegible] (Borlasia) erreichen eine ungemeine Länge [illegible] stückeln sich leicht und haben große [illegible] fähigkeit. Die abgebildete Art von [illegible] (Meckelia, Taf. 29, Fig. 39) ist im [illegible] Steinen nicht selten.

Ordnung der Strudelwürmer (Turbellaria).

Körper breit und platt. Darm [illegible] los. Meist Zwitter. Keine Larven[illegible] phose.

Die Familie der Kleinmäuler ([illegible] die sich in süßen Gewässern findet, [illegible] vorigen Ordnung an und bildet den [illegible] dieser. Diese kleinen Würmer, die [illegible] sich auch durch Knospung und Theilung [illegible] haben keinen vorstreckbaren Rüssel, aber [illegible] Darm und endständigen After und in [illegible] streute Nesselorgane ähnlich denen der [illegible] sehr ausdehnbare Mund liegt meist seitlich [illegible] Körperende. Ihren Augenpunkten [illegible] Medien; Nervensystem, Gefäßsystem [illegible] Spuren entdeckt.

Die übrigen Familien kann man in [illegible] ordnungen theilen. Die eine, Rabdocoela, [illegible] geraden, schlauchförmigen Darm ohne After. [illegible] liegt auf der Bauchseite, oft in der [illegible] selbst mehr nach hinten und führt bald [illegible] kulösen, ovalen oder kreisförmigen Schlauch, [illegible] wie bei der abgebildeten, im Süßwasser [illegible] vergrößerten Art (Monocelis agilis, [illegible] 40), in einen muskulösen, mehr oder minder [illegible] Schlauch, der aus dem Munde als Rüssel [illegible] werden kann. Sie wohnen meist im [illegible] sind alle Zwitter und haben, außer den [illegible] in ihrem Baue sehr verwickelten Geschlechtsorganen [illegible] besondere Dotterstöcke, nämlich drüsenartige [illegible] welchen sich die Dottertheile bilden, [illegible] bläschen zugefügt werden. Gewöhnlich [illegible] schlechtsöffnung.

Die Unterordnung der Dendrocoela [illegible] vor den vorigen durch den sehr breiten [illegible] geplatteten Körper, durch meist doppelte [illegible] öffnungen und durch den Umstand, daß [illegible] lose Darm baumförmig im Körper [illegible]

eise wie bei vielen Saugwürmern. Nerven-
en u. s. w. sind meistens höher entwickelt,
und tentakelähnliche Fortsätze, wodurch die
ssen Nacktschnecken ähnlich sehen. Im Meere
häufige und große Arten; einige im Süß-
sehr wenige im feuchten Boden, sogar in
en von Gewächshäusern. Der Schlund ist
Röhre vorstreckbar. Die abgebildete Art
cean. (Polycelis laevigata, Fig. 41.)
die Schnurwürmer durch die Organisation
ensystems, Kreislaufs und ihre Larven-
se sich den Borstenwürmern nähern, tritt
e, welche man hier erwähnen kann, durch
entwickelung mit den Stachelhäutern, durch
berüberzug mit den Schnurwürmern und die
er Kiemen mit den Seescheiden in einige
Wir meinen die Eichelwürmer (Bala-
Das Thier wühlt mittels eines rüssel-
oblen aber mit dem Darme nicht in Ver-
henden Fortsatzes im Sande. Hinter diesem,
Kragen abgesetzten Theile liegt der Mund,
n geraden Darm führt, dessen Anfang durch
t den Kiemen communicirt. Die Larve ist
Namen Tornaria bekannt und wurde früher
ve eines Stachelhäuters angesehen.

ffe der Napfwürmer (Cotylidea).

Alter stets wimperlose Haut trägt
fe oder Gruben, womit die Thiere
ften können. Meist Schmarotzer.

ere sind nach Bildung und Fortpflanzung
en, daß es geeigneter erscheint, sie nach den
zu behandeln. Während die Egel sich den
mern und namentlich den Erdwürmern durch
Organisation vielfach anschließen, sind die
er wol dem Schmarotzerleben angepaßte
rmer und die Bandwürmer noch mehr
narotzerthum verändert.

rdnung der Egel (Hirudinea).

elte Plattwürmer mit derber Haut,
n, hinterm, oder hinterm und vor-
augnapf, entwickeltem Nervensystem
slauf, meist Zwitter.

dnung begreift meist lange, schlanke, rund-
abgeplattete Würmer, die eine schlüpfrige
Haut besitzen und auf der Oberfläche sehr
rrunzeln zeigen, welche indeß den durch die
gane angedeuteten Gliederungen nur in Aus-
en entsprechen. Der Körper ist meist nach
hmälert, nach hinten breiter und trägt an
rn Theile stets einen breiten, muskulösen
, welcher zum Anhesten dient. Das dünnere
ist niemals als eigentlicher Kopf abgesetzt,
bei den meisten Gattungen ebenfalls einen
der aus zwei seitlichen Lippen gebildeten
, in dessen Grunde sich der Mund befindet.
per fehlen alle sonstigen Bewegungsorgane,
jede Spur von Fußstummeln oder Borsten;
sich beim Kriechen nach Art der Spann-
rch abwechselndes Anhesten der Saugnäpfe
ls schlängelnder Windungen beim Schwimmen.
vensystem ist sehr entwickelt; es finden sich
Stränge, welche die Knoten des Bauchmarks
er verbinden. Bei der am niedrigsten stehen-
ilie der Weichegel sieht man indessen das
tem in ähnlicher Weise wie bei den Schnur-
angeordnet, indem nur zwei seitliche Knoten
existiren, die durch eine dünne, unter dem Schlund herziehende Schlinge verbunden sind und zwei seitliche Aeste nach hinten schicken, die keine Knoten zu besitzen scheinen. Zum Tasten dient besonders das vordere Kopfende; Augen finden sich bei allen frei lebenden Egeln in der Zahl von zwei bis zehn, fehlen aber den schmarotzenden Gattungen.

Die Egel leben hauptsächlich von dem Blute anderer Thiere und besitzen zu diesem Endzweck in der Mundhöhle meist hornige Waffen, womit sie die Haut anbohren, um nachher zu saugen. Bei den Blutegeln findet man im Grunde des vordern Saugnapfes drei harte bogenförmige Kieferwülste, die auf ihrer Schneidefläche mit kleinen, hornigen, knollenförmigen Zähnen besetzt sind und beim Anbohren so vorgeschoben werden, daß sie einen dreizackigen Stern bilden. Jeder Kiefer wirkt auf die Haut wie eine Säge. Der Blutegel bewegt diese Bogensäge unter beständigem Aufdrücken so lange hin und her, bis er die Haut durchbohrt hat, wo er dann die Kiefer zurückzieht und das Blut durch abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung des muskulösen Schlundes aufpumpt. Bei den Kiemenegeln finden sich nur zwei Kiefer vor, bei den Rüsselegeln dagegen eine Schlundröhre, ähnlich derjenigen der Schleimwürmer. Der auf den muskulösen Schlund folgende Darm ist meistens durch mehr oder minder starke Einschnürungen in einzelne Säcke getheilt und zeigt noch außerdem in häufigen Fällen im hintern Theil des Körpers gelegene Blindsäcke, welche zuweilen verästelt sind. Der Mastdarm ist von dem übrigen Darme meist durch eine enge Klappe getrennt und öffnet sich mit einem engen After, unmittelbar vor dem Saugnapfe des Hintertheils an der Rückenfläche. In dem Blutgefäßsysteme findet sich bald rothes, bald farbloses Blut, und man unterscheidet als wesentliche contractile Stämme zwei seitliche Längsgefäße, ein Rücken- und ein Bauchgefäß, die vorn und hinten durch weite Querbogen und in den Körperringeln durch feinere Zwischenäste miteinander in Verbindung stehen. An den Seiten des Körpers sieht man meist eine Anzahl von sehr feinen Oeffnungen, welche in rundliche Säcke, die mit schleifenförmigen, lebhaft flimmernden Kanälen in Verbindung stehen, einmünden. Diese Schleifenkanäle haben auch innere Oeffnungen und zum Theil drüsige Wandungen, stehen aber zu den Geschlechtsorganen in keiner Beziehung.

Sämmtliche Egel sind, mit Ausnahme einiger, Hermaphroditen und pflanzen sich nur durch Eier, nicht durch Knospung oder Theilung fort. Die Geschlechtsöffnungen liegen auf der Bauchseite meist in der Nähe des Mundes unmittelbar hintereinander. Die vordere männliche Oeffnung führt in ein zwiebelförmiges Säckchen, aus welchem das lange fadenförmige Begattungsorgan hervorgestreckt werden kann. In jedem Ringel des Vorderleibs liegt ein Paar Hoden, welche mit langen, an den Seiten hinlaufenden Samengängen in Verbindung stehen. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus zwei bohnenförmigen Eierstöcken, die in einen kurzen Eileiter und einen flaschenförmigen, nach außen mündenden Eibehälter sich fortsetzen.

Die Entwickelung der Egel ist höchst eigenthümlich. Bei den eierlegenden Egeln schwitzt am Vordertheile des Leibes ein gallertartiger Stoff aus, welcher eine Art Gürtel darstellt. Der Wurm legt die Eier in diesen Gürtel, zieht sich dann aus demselben heraus, die Oeffnungen des Gürtels schnurren zusammen, und es ist so eine hornartige Eikapsel gebildet, welche an Wasserpflanzen angeklebt wird und die man mit den Cocons der Seidenraupen verglichen hat. Die Cocons der Blutegel sind von bedeutender Größe und ent-

halten stets viele Eier. Diese entwickeln nach vorausgegangener Furchung zuerst eine innere Höhlung mit einem nach außen mündenden Schlunde, der bei vielen heftige Schluckbewegungen macht und sogar die benachbarten Eier, welche in ihrer Entwickelung zurückgeblieben sind, verschlingt. Die Anlage des Bauchmarkes bildet eine Art Primitivstreifen, entfernt ähnlich, aber nicht homolog demjenigen der Wirbelthiere, und auch nicht demjenigen der Gliederthiere, womit man ihn zusammengestellt hat.

Den Uebergang zu den Flimmerwürmern bilden die Weichegel (Malacobdellida). Ihr Körper ist mit Flimmerhaaren besetzt, abgeplattet, vorn stumpf, hinten mit einem großen Saugnapf versehen; der Mund weich, unbewaffnet, mit kleinen Wärzchen besetzt; der Darmkanal gerade, ohne Blindsäcke und Verzweigungen; das Nervensystem besteht aus zwei seitlichen Stämmen und zwei seitlichen Schlundknoten. Die Geschlechter sind getrennt; äußere Begattungswerkzeuge fehlen ganz. Sie schmarotzen auf Seemuscheln.

Die Familie der Rüsselegel (Clepsinida) hat einen hinten breiten, vorn sehr schmalen Körper, mit einem breiten, hintern Saugnapfe, einen vorstreckbaren Rüssel ohne Bewaffnung und einen mit langen Blinddärmen versehenen Darmkanal. Sie leben hauptsächlich in süßen Wassern, wo man sie an Wasserpflanzen kriechend antrifft, und nähren sich vom Blute der Wasserschnecken. Clepsine, die wir Taf. 29, Fig. 30 abbilden, ist häufig in Bächen und Gräben.

Die Familie der Blutegel (Hirudinida) hat einen mehr gleichförmig breiten Körper, zuweilen mit deutlichen Ringeln, und außer dem großen hintern Saugnapf einen vordern Mundnapf, welcher bald permanent ist, bald auch, wie bei dem medicinischen Blutegel, durch Ausdehnung der lippenförmigen Umgebung des Mundes gebildet werden kann. Der Mund ist stets ohne Rüssel, bei einigen mit Kiefern bewaffnet, bei andern nur mit einem fleischigen Wulste versehen. Zu dieser Familie gehört der gewöhnliche Blutegel (Sanguisuga), in Mitteleuropa, Kleinasien und Ostindien einheimisch, der zum Blutsaugen am Menschen benutzt wird; der Roßegel (Haemopis sanguisorba, Fig. 28), und viele auf Fischen (Piscicola) und auf Krebsen (Branchiobdella) schmarotzende Würmer. Die meisten Blutegel lauern im Versteck auf die Thiere, welche zur Tränke kommen, andere besten sich an die äußere Haut oder in leicht zugänglichen Höhlen (Mund- und Kiemenhöhle) an. Zum medicinischen Gebrauche werden eine Menge von Arten und Varietäten in verschiedenen Ländern benutzt; bei uns wesentlich drei verschiedene Varietäten. Man fängt sie in Bächen und Gräben, transportirt sie in frischen Beuteln von Leinwand, die man von Zeit zu Zeit in Wasser taucht; züchtet sie in Teichen, füttert sie alle sechs Monate mit Blut, das man in Beuteln in das Wasser hängt, oder mit Froschlaich, Kaulquappen und jungen Fröschen. Unmittelbar nach dem Saugen entleert man sie durch Druck von hinten nach vorn. Manche auf Fischen schmarotzende Blutegel zeigen deutliche Gliederung (Albione, Fig. 29). In den feuchten Wäldern Südasiens und den Inseln gibt es Landblutegel, die sich besonders an die Beine der Wanderer anfaugen und eine wahre Landplage sind.

Ordnung der Saugwürmer (Trematoda).

Weichhäutige, platte Würmer mit einem oder mehrern Saugnäpfen, afterlosem Darm, einfachen seitlichen Schleifengefäßen, ohne Kreislauf und Athemorgane. Außen- oder Innenschmarotzer. Meist Zwitter.

Die Haut ist weich, sehr dehnbar und in ihr finden sich meist eigenthümliche Kalkkörperchen von scheibenförmiger Gestalt, die concentrische Ringe zeigen und in blinden Ästen der Schleifengefäße liegen. Die Haut und der ganze Körper sind äußerst contractil und von einem maschenförmigen Muskelgewebe durchzogen. Zum Anheften besitzen die Saugwürmer einen oder mehrere Saugnäpfe, welche oft noch von derbern Gerüsten und innern Haken unterstützt werden, niemals aber solche Hakenrüssel, wie die Bandwürmer haben. Bei einigen Gattungen entpält der am vordern Ende des Leibes gelegene, meist kleinere Saugnapf zugleich den Mund. Die übrigen Saugnäpfe sind undurchbohrt, auf der Bauchfläche oder an dem Hinterende des Leibes angebracht und manchmal selbst in großer Anzahl vorhanden. Diese hintern Saugnäpfe sind dann zuweilen mit eigenthümlichen Horngerüsten und Haken versehen, die innerhalb der Saugnäpfe selbst angebracht sind. Bei vielen Saugwürmern kommen auch nur Sauggruben vor, die zuweilen zu einem förmlich gegitterten Netze an der Bauchfläche zusammenfließen. Mittels dieser Saugnäpfe und Horngerüste heften sich die Saugwürmer sowol an den innern als an den äußern Organen anderer Thiere sehr fest und entgehen dadurch auch ziemlich leicht der Nachforschung. Bei vielen kommen auf der Haut Warzen, Stachelkranze u. s. w. besonders am Vorderende vor. Das Nervensystem besteht aus zwei feinen, durch einen schmalen Faden vereinigten Knötchen und liegt bei den Gattungen, die einen vordern Mund haben, auf der Bauchseite des Schlundes, bei den übrigen an der entsprechenden Stelle. Die beiden Seidenfäden, welche nach hinten gehen, sind nur dünn und zart, lassen sich aber meist durch den ganzen Körper verfolgen. Sinnesorgane fehlen durchaus, nur bei einigen Larven oder ammenartigen Wesen hat man Pigmentflecke gesehen, deren Bedeutung als rudimentäre Augen indeß noch sehr zweifelhaft ist. Die Verdauungsorgane der Saugwürmer sind fast immer deutlich entwickelt, nur bei einigen wenigen rudimentär. An dem Vorderende des Leibes in der Mittellinie meist etwas auf der Bauchseite, seltener am Rande, befindet sich der Mund, der in einen bald längern, bald kürzern, meist geraden, zuweilen geschlängelten Schlund übergeht; zuweilen findet sich noch ein davor liegender muskulöser Schlundkopf, niemals aber ein eigentlicher Magen. Am Ende des Schlundes theilt sich nämlich der Darm in zwei gabelförmige Äste, die meistens blind endigen, bei den Einsächern aber in der Mitte zusammenlaufen, sodaß der Darmkanal einen förmlichen Kreis bildet. Nur bei einigen wenigen und in ihrem ganzen Verhalten sehr abweichenden Saugwürmern findet sich ein einfacher gerader Darmkanal, der aber stets afterlos ist. In den meisten Fällen sind die gabelförmigen Darmschläuche einfache blinde Säcke von meist gleicher Weite, oft aber gehen von den beiden Hauptstämmen sehr viele verzweigte Nebenäste aus, die sich durch den ganzen Körper verbreiten und sehr verzweigte Gefäßbäume bilden, welche indeß überall blinde Enden besitzen. Die den Schleifenkanälen der übrigen Würmer homologen Gefäße bestehen aus zwei seitlichen, vielfach gewundenen und zuweilen selbst zurückgebogenen Röhren, die am Hinterende des Körpers meist in eine gemeinschaftliche Blase sich vereinigen und mit einer Oeffnung nach außen münden. Im Innern finden sich hier und da Flimmerfackeln oder Flimmerüberzüge, in den Endästchen des Maschennetzes, das die feinsten Kanäle bildet, die erwähnten Kalkconcretionen. Die Function scheint hier wesentlich Aussonderung zu sein.

ɜwürmer, mit alleiniger Ausnahme einiger n, sind Hermaphroditen und pflanzen nospung und geschlechtliche Zeugung fort. en Geschlechtstheile nehmen meistens den l des Leibes ein und haben merkwürdiger- dere Bildungsstätten für die einzelnen Eies. Das Keimbläschen bildet sich in im Leibe gelegenen eiförmigen Behälter, ocke, dessen kurzer Ausführungsgang in rung des schlauchförmigen Uterus mündet; den ebenfalls die Ausführungsgänge viel- er traubenförmiger Blindsäcke, der Dotter- welchen die Dotterfubstanz gebildet wird. en und Keimbläschen treten in dem schlauch- gang, dem sogenannten Uterus, erst zur eigentlichen Eies zusammen. Der meist gewundene Uterusschlauch mündet ge- dem Vorderrande des Körpers hinter dem neben dem männlichen Begattungsorgane uchseite nach außen. Jeder Saugwurm rdem zwei Hoden, die meistens hinter- gen und von welchen zwei Samenleiter eine in ein inneres Samenbläschen, wel- Grund des Uterusschlauchs mündet, die n in ein äußeres Samenbläschen, welches langen Gang in das Begattungsglied Es ist auf diese Weise sowol Begattung oiduen möglich, als auch die Selbstbe- r in einem Individuum erzeugten Eier gewahrt. Die Eier der Saugwürmer haben ornige Schale, die zuweilen mit einem ringt; sie sind meist eiförmig, bräunlich, i einigen Gattungen so unverhältnißmäßig an sie für besondere Organe ansah. Art des Lebens und der Fortpflanzung man zwei Unterordnungen.

nung der Viellöcher (Polystomida oder Monogenea).

hmarotzer auf Wasserthieren mit zwei Saugnäpfen oder Saugscheibe- großen, seltsam gestalteten Eiern, ie Generationswechsel fortpflanzen. tsächlichsten Haftapparate stehen an dem le des Thiers und sind meist sehr com- t, mit harten Chitinleisten, Haken u. s. w. Bald sind es Saugnäpfe, die festsitzen sein können, zuweilen in Menge auf be- eranhängen stehen, bald Haftscheiben und Stacheln, zu denen sich noch Saug- dern Theilen des Körpers, Haken u. s. w. en. Nur bei einigen wenigen hat man penzeugung in einem besondern Organe yrodactylus), bei den meisten geht die g durch große, hartschalige Eier von selt- vor sich (dreieckig, ankerartig u. s. w.), t immer dadurch ausgezeichnet sind, daß ale in einen langen, biegsamen Faden r um die Kiemen der Fische z. B. ge- rd und so das Ei festhält. Solche Eier in sehr geringer Zahl gelegt. Das aus lüpfende Junge sieht zwar den Aeltern ich, unterscheidet sich aber immerhin durch mstionen, Mangel der Geschlechtsorgane ie Thiere leben vorzugsweise an den Kie- he, seltener der Meerkrebse, einige wenige eicht von außen zugänglichen Höhlen, wie hr häufige einheimische Art (Polystomum) in der Harnblase der Frösche im ge- schlechtsreifen Zustande, dagegen in der Jugend auf den Kiemen der Kaulquappen, von wo die Würmchen beim Verschwinden der Kiemen auswandern. Wir bilden zwei Arten ab; die eine, durch einen großen hintern, mit einem Chitinrade gestützten und zwei kleine vordere Saugnäpfe ausgezeichnet, lebt auf Seefischen (Dreiloch, Tristomacoccinea, Taf. 30, Fig. 1), die andere, ein wahres Doppelthier, auf den Kiemen unserer Weißfische (Doppelwurm, Diplozoon paradoxum, Taf. 29, Fig. 42). Die Lebensgeschichte dieses Doppelwurms ist höchst seltsam. Als ungeschlechtiger einfacher Wurm kriecht er aus dem Ei, läßt aber durch die eigenthümlichen hintern, quergestützten Haftscheiben und die vordern kleinen Saugnäpfe die Zusammengehörigkeit mit dem Doppelwurm erkennen. Jede Diporpa (so wurde das Junge genannt) hat in der Mitte des Bauchs noch einen fleischigen Saugnapf und auf der Rückenseite einen Zapfen. Zwei Diporpen legen sich so zusammen, daß die erste mit ihrem Saugnapfe den Zapfen der zweiten erfaßt. Dann drehen sich beide so zurück, daß auch die zweite mit ihrem Saugnapfe den Zapfen der ersten fassen kann. Sobald dies geschehen, verwachsen die beiden Individuen völlig und werden nun erst geschlechtsreif.

Unterordnung der Doppellöcher (Distomida oder Digenea).

Innenschmarotzer mit höchstens zwei Saugnäpfen, vielen kleinen Eiern und Generationswechsel.

Der vordere Saugnapf, der stets vorhanden, meist aber der kleinere ist, umfaßt den Mund, der hintere, der nur selten fehlt (Monostomum), findet sich in der Mitte des Leibes oder mehr nach vorn, selten am hintern Ende (Amphistomum), und dann sehr groß, sodaß dadurch der Uebergang zu der vorigen Unterordnung gebildet wird. Chitinleisten und Haken sind niemals in den Saugnäpfen entwickelt. Die geschlechtsreifen Thiere enthalten oft ungeheure Massen von Eiern, die sich zuweilen noch im Innern des Eileiters ausbilden, sodaß die Thiere lebendige Junge gebären. Die meisten Doppellöcher bewohnen innere, von außen zugängliche Höhlen, von welchen aus Eier und Junge leicht in das Freie gelangen können (Darm, Harnblase, Lunge u. s. w.), einige Arten freilich finden sich in geschlossenen Systemen, aus welchen die Jungen nur durch Durchbohrung der Wände aus- und einwandern können. So leben von den im Menschen einheimischen Thieren, zu welchen auch der in den Schafen so häufige, hier abgebildete Leberegel (Distoma hepaticum, Taf. 30, Fig. 2) gehört, der bei den Schafen die Leberfäule erzeugt, einige in den Gallengängen (außer dem Leberegel noch Distoma lanceolatum und crassum), eine andere Art (D. heterophyes), wesentlich in Nordafrika einheimisch, im Dünndarm, aber eine höchst merkwürdige Art, wo das größere Männchen das Weibchen in einem Halbkanale eingeschlossen mit sich herumträgt (D. haematobium), in dem Blute der Gefäße, besonders in der Pfortader der ägyptischen Fellah. Wie sie dort hinein- und wie die Eier oder Jungen aus der Pfortader herauskommen, ist noch nicht erforscht.

Im allgemeinen ist die Lebensentwickelung der Doppellöcher diese. Aus dem kleinen hartschaligen, meist mit einem Deckel aufspringenden Ei entsteht eine Larve, die in den meisten Fällen, wie bei dem Leberegel, einen vollständigen (Larve des Leberegels, Distoma hepaticum, Taf. 30, Fig. 3) oder auch einen

unvollständigen Flimmerüberzug besitzt, mit welchem sie umherschwimmen kann. Die hier abgebildete Larve hat ein trenzförmiges Auge (?) hinter einem Stirnfortsatz, andere haben zwei Pigmentflecke, die später verschwinden. Oft sieht man schon im Hintertheile dieser Larve die Anlage eines neuen Individuums. Nach einigem Umherschwimmen schlüpft die Larve in irgendein Wasserthier ein, wirft die Wimperhülle ab und erscheint nun als ein verkümmerter Wurm, mehr oder minder in Form eines Schlauchs. Man hat die am wenigsten verkümmerten Würmer, die noch einen kurzen Darm, einen muskulösen Schlundkopf und mehr oder minder entwickelte Schleifengefäße besitzen, Redien genannt. Von ihnen aus zieht sich eine Kette zunehmender Verkümmerung, wodurch der Schlundkopf und der Darm sowie die Schleifengefäße zu Grunde gehen, bis zu Schläuchen, in welchen man nichts als eine mehr oder minder contractile Hülle und einen Beleg von innerm Protoplasma unterscheiden kann. Diese Wurmschläuche hat man Sporocysten genannt, sie stellen, wie man sieht, den Wurm in der höchsten Potenz der Verkümmerung dar, wo er nichts mehr ist als innere Brutstätte. Man hat infolge der für den Generationswechsel angenommenen Nomenclatur diese verkümmerten Wurmindividuen, in welchen sich die Jungen auf ungeschlechtige Weise durch Knospung erzeugen, unter dem Namen der Ammen zusammengefaßt. In allen diesen Ammen bilden sich aber die Jungen auf folgende Art. Die Höhlung des Schlauchs, oder bei den mit Verdauungsorganen versehenen Ammen nur ein Theil desselben, meistens der hintere, füllt sich mit körnigen Protoplasmaballen an, die niemals die Charaktere eines Eies an sich tragen und nach und nach zu einem wurmähnlichen Wesen auswachsen, das man schon lange kannte und unter dem Namen Cercaria bald den Infusorien anreihte, bald selbst mit den Samenthierchen zusammenbrachte (Cercaria armata, Taf. 30, Fig. 4). Es bestehen nämlich die fast mikroskopischen Cercarien nach ihrer vollständigen Ausbildung innerhalb des Schlauchs aus einem Vorderkörper, der meistens einen oder zwei Saugnäpfe, Verdauungskanal, Wassergefäße u. s. w. besitzt, zuweilen vorn am Kopfe mit Hornspitzen versehen ist und einen vollständigen Saugwurmleib darstellt, und einem schwanzförmigen Anhange, welcher bei den meisten einfach, bei einer bekannten Art doppelt ist. Sobald die Cercarien so weit entwickelt sind, so brechen sie aus ihrer Amme, aus dem Keimschlauche, hervor (bei den Redien meist durch eine eigene Geburtsöffnung, bei den Sporocysten durch Platzen des Schlauchs) und schwimmen mit Hülfe ihres Schwanzes in dem Wasser umher, in welchem sie sich äußerst lebhaft unter den sonderbarsten Krümmungen und Windungen umhertummeln. Man braucht im Sommer nur einige Wasserschnecken in einem Glase mit reinem Wasser zu sammeln, ihnen zur Beförderung des Austritts der Cercarien die Schale abzunehmen und ihre Haut an verschiedenen Stellen einzuritzen, um bald lebhaft bewegte Wolken im Wasser zu sehen, die unter dem Mikroskope als Schwärme von Cercarien erscheinen. Viele dieser Würmchen sind nun darauf angewiesen, sich in Insektenlarven oder andern Thieren, Schnecken u. s. w., welche das Wasser bewohnen, von außen her einzubohren und deren Leibeshöhle zu bewohnen. Man hat diesen Act des Einbohrens selbst beobachtet, wobei die Stachelkränze oder die spitzigen Stirnwaffen den sie besitzenden Arten, wie die abgebildete, wesentliche Dienste leisten. Beim Hinüberschlüpfen in die Insektenlarve verlieren die Cercarien ihren Schwanzanhang und erscheinen nun schon in der Form von Saugwürmern. Sie ziehen sich nun zusammen, schwitzen einen glashellen Stoff aus und bilden sich so eine Puppenhülle, in welcher sie durch Entwickelung ihrer vorher kaum angelegten Geschlechtstheile ihrer weiteren Ausbildung entgegengehen. Gewiß erfolgt diese erst, wenn die Wohnthiere von Raubthieren, Fischen, Frischen, Vögeln und Säugethieren gefressen wurden. Im Magen und Darm dieser Thiere kriechen die eingepuppten Cercarien als entwickelte Doppellöcher aus. In dem hier skizzirten, gewöhnlichen Leben der Doppellöcher findet sich also zuerst wenigstens eine Zwischengeneration, diejenige der verkümmerten Würmer oder Ammen, welche durch innere Knospung Junge, d. h. Cercarien erzeugen. Hier können aber noch Zwischengenerationen eingeschoben werden, denn man hat constatirt, daß Redien wieder Redien durch innere Knospung bilden können, und andererseits gibt es Sporocysten, welche normal und regelmäßig Sprossen treiben, sodaß statt eines einfachen Schlauchs ein vielfach verzweigtes Netz oder Filz von Schläuchen erzeugt wird, die alle wieder Knospen treiben und im Innern Cercarien erzeugen. Sodann sind in dem Lebenscyklus der Doppellöcher mehrere Wanderungen vorgesehen: 1) Auswanderung der Eier und active Einwanderung der Larven in ein neues Wohnthier, wo sich die Ammen bilden; 2) active Auswanderung der Cercarien und active Einwanderung derselben in ein neues Wohnthier; 3) passive Auswanderung und Einwanderung der eingepuppten Cercarien in ein neues Wohnthier durch Gefressenwerden des bisherigen Wirthes. Man hat von vielen Arten besonders den letzten Theil des Lebenscyklus auf das genaueste constatirt, zugleich aber auch gefunden, daß viele Abweichungen vorkommen müssen, indem z. B. viele Cercarien nicht schwimmen, also auch keine activen Wanderungen vornehmen können, andere sich an Wasserpflanzen einkapseln u. s. w. Ebenso können einzelne Zwischenstadien übersprungen werden, wie z. B. die Bildung von Ammen, die Einpuppung, aber im ganzen ist das gegebene Bild das vorwiegende.

Ordnung der Bandwürmer (Cestoda).

Mund- und darmlose, schmarotzende Plattwürmer, mit Haftorganen am Vorderende des gestreckten Leibes, der sich bis zur Bildung zweigestaltiger Individuen theilt. Stock-Zwitter.

In der ganzen Ordnung läßt sich mit besonderer Leichtigkeit die Bildung von Individuen aus Segmenten (Zoniten oder Metameren) nachweisen. Es gibt Bandwürmer (Caryophyllaeus), die nur ein Individuum ohne Spur von Segmentation darstellen, andere (Ligula), welche nur schwache Querwurzeln als Andeutung einer Segmentation zeigen, noch andere, bei welchen einzelne Glieder mit besonderer Structur vorhanden sind (Bothriocephalus), die sich aber nicht in Gruppen ablösen, wieder andere, wo diese Glieder nach der Geschlechtsreife sich loslösen und als Geschlechtsthiere fortleben, während der sogenannte Kopf im Darme zurückbleibt (Taenia), und endlich gibt es Bandwürmer, wo diese Geschlechtsthiere sich loslösen, ehe sie reif sind, und erst bei selbständigem Leben ihre Reife gewinnen (Echeneibothrium).

Wir gehen von den häufigsten Formen aus, wo der Bandwurm eine Colonie, einen Thierstock bildet, bestehend aus zwei Arten von Individuen:

1) Ein einziges Individuum, der sogenannte Kopf, den wir den Scolex nennen, geschlechtslos, mit Haft-

das aus seinem hintern Ende die Ge-
viduen sprossen läßt.
eiche Geschlechtsindividuen, die wir Pro-
ennen, mehr oder minder zu selbständigem
vidualisirt, ohne Haftapparate, nur mit
rganen.
haftlich sind nur zwei Dinge: die Haut,
ohne Wimperhaare, mit zahlreichen, aber
ickelten, getreuzten Muskelfasern, vielfachen
en, die überall darin zerstreut liegen, äußerst
gegen äußere Agentien, höchst endosmotisch,
absoluten Mangel von Verdauungssystem
er Art die Thiere sich nur durch Austausch
umgebenden Flüssigkeiten ernähren, und
chleifenkanälen homologen Gefäße, vier
zwei seitlich verlaufende Röhren, welche
eiche Queräste miteinander in Verbindung
Innern flimmern, in ihren letzten Ver-
die Kalkkörperchen der Haut herbergen
sten Gliede nach außen münden.
olex trägt die Haftapparate, meistens Saug-
öhnlich vier, Taf. 30, Fig. 15), oft zu son-
Blättern, Anhängen u. s. w. entwickelt.
öhnlichen Fällen sind die Saugnäpfe rund,
st, muskulös. Meist steht zwischen ihnen
konischer Fortsatz, Rostellum genannt, mit
achen oder doppelten Kranze von Haken
teristischer Form (Fig. 8, 9, 13, 22).
n Fällen finden sich statt der Saug-
zwei oder vier Sauggruben (Fig. 17 a)
, mit Hakenreihen besetzte Rüssel, die in
eiden zurückgezogen werden können. Im
en sich meist Schleifenkanäle, sonst nur ein
undegewebe. Ob ein Nervensystem existirt,
weifelhaft.
nterende beginnt die Gliederung. Die
iden sind um so reifer, je weiter sie vom
fernt sind, als dem sie durch Sprossung
Taf. 30, Fig. 10, der Sägebandwurm
crata) im Hundedarm. Der Scolex isolirt,
ßert Fig. 22 a, während b und c Stadien
Bandwurms mit der allmählichen Sprossung
tiden darstellen). Diese enthalten im Zustande
die vollständig ausgebildeten, hermaphrodi-
schlechtsorgane. Die männlichen bestehen
ichen, im Gewebe zerstreuten Hodenbläschen,
nen Gängen, wie Traubenbeeren, hängen.
vereinigen sich in einen Samenleiter, der
Geschlechtsöffnung sich hinbegibt und in
ülpbaren Fortsatz, den Cirrhus, endet, wel-
Begattungsorgan ist und meist in einem
steckt ist. Die weiblichen Organe bestehen
einfachen oder doppelten Eierstocke und aus
n, die mit ihren ausführenden Kanälen zu-
nden. An dieser Stelle bildet sich das Ei,
n in den sogenannten Uterus übertritt, der
in starkgewundener Schlauch ist (Bothrioce-
der vielfältig verästelte, von einem Mittel-
gehende Blindschläuche besitzt (Taenia). Von
rus geht eine Scheide, die aber zu eng ist,
er passiren zu lassen, in den Cirrhusbeutel,
sich öffnet. Die Proglottiden begatten sich
elbst oder wechselseitig, und die Eier werden
die Zerstörung der Proglottiden frei
und 16 reife Proglottiden von Taenia
hus; Fig. 18 mehrere von Bothriocephalus).
schlechtsreifen Bandwürmer leben nur im
ie Proglottiden oder Bänder von Proglotti-
e sich loslösen, gehen also mit den Excre-
ach außen. Sie kriechen besonders auf feuchten Gegenständen herum und können so schon in den Darm von Thieren gelangen, die sich von faulenden Stoffen nähren. Außerdem sind die hartschaligen Eier außerordentlich hartlebig und bleiben, nach dem Tode und der Zersetzung der Proglottiden, selbst in Jauche u. s. w. vollkommen lebensfähig. Meist entwickelt sich schon der Embryo im Ei der Proglottide, in andern Fällen erst lange nachher. So sieht man in dem abgebildeten Ei (Fig. 11) drei Hüllen, a, b, c, und im Innern erst den Embryo d. Dieser besteht aus einem Klümpchen körniger Dottersubstanz, ist aber immer mit drei Paar Haken bewaffnet (Fig. 7a ein Embryo, sehr stark vergrößert; b, c, d je ein Haken aus jedem Paare bei noch stärkerer Vergrößerung). Sobald das Ei in den Darm des ersten Wirthes gekommen ist, wird der Embryo frei, in einzelnen Fällen, wie bei Bothriocephalus, schlüpft er aber im Wasser aus und schwimmt in diesem mit langen Flimmerhaaren umher. Der freie Embryo arbeitet sich nun durch die Darmwände seines Wirthes mittels seiner Haken, die er zum Stemmen und Bohren braucht, durch und folgt in den Geweben den lockern Stellen oder dringt auch in die Blutgefäße ein, um mit dem Blute im Körper zu kreisen. Am passenden Orte angekommen, puppt sich der Embryo ein und wird ein Blasenwurm (Cysticercus); durch den Reiz, den er ausübt, wird eine kleine Entzündung erregt und eine Hülle von den Theilen ausgeschwitzt; der Embryo selbst höhlt sich im Innern aus und wirft die Haken ab, die meist im untern Theile sitzen bleiben und noch erkennbar sind. Auf dem Grunde der Höhle wächst nun ein Zapfen hervor, anfangs unförmlich, hohl im Innern, der sich bald flaschenförmig gestaltet und mehr und mehr die Form des Scolex mit seinen vier Saugnäpfen, dem Hakenrüssel und den Gefäßen ausarbeitet, aber in der Art, daß der Zapfen wie ein Handschuhfinger nach innen eingestülpt erscheint. So ist nun eine Blase mit einem nach innen in dieselbe zurückgestülpten Scolex vorhanden: der Blasenwurm (Cysticercus) oder die Finne. Taf. 30, Fig. 6 zeigt eine solche Blase b mit dem eingestülpten Scolex, der sich in Gestalt einer kreisförmigen Vertiefung a gewahren läßt; Fig. 5 zeigt den Scolex ausgestülpt; a die mit Wasser gefüllte Blase, c der geringelte Hals, d das Kopfende des Scolex. Fig. 12 zeigt, stärker vergrößert, einen andern ausgestülpten Blasenwurm; a der Hakenrüssel, b die Saugnäpfe, c die Stelle, wo sich später der Scolex vom Halse d und der Blase e trennen wird. Fig. 8 zeigt einen Blasenwurm aus der Lungenhöhle der Wegschnecken (Limax), der das Eigenthümliche hat, daß die nicht mit Wasser gefüllte Blase sich um den Scolex wie ein Doppelsack herumlegt. a Außenschicht, b Innenschicht des Sacks, c Saugnäpfe, lang und schmal, d Rüsselscheide, e Hals des Scolex, f die abgeworfenen sechs Haken des Embryo, die an dem Sacke festsitzen, g der Rüssel mit seinen Hakenkränzen. Fig. 9 zeigt denselben Wurm aus seinem Sacke, der nun ein cylindrischer Anhang wird, hervorgestülpt; dieselben Buchstaben haben dieselbe Bedeutung.

Die so gebildeten Finnen können jahrelang an den Orten leben bleiben, wo sie sich angesiedelt haben. Sie wachsen oft zu bedeutender Größe heran; bei einigen Arten findet eine Vermehrung durch Knospung statt, auf die wir bei denselben zurückkommen werden; die meisten bleiben einsam. Sie finden sich, je nach der Art, fast in allen Organen, im Zellgewebe, in der Leber, im Gehirn, den Augen u. s. w. Nach Jahren sterben sie ab; das Wasser der Blase wird dann großentheils aufgesaugt und die ganze Finne verfettet und verkreidet.

Wird aber das Wohnthier von einem andern gefressen, so wird die Blase im Magen verdaut, der Scolex löst sich ab, schließt sich hinten, setzt sich im Darme fest und läßt nun Proglottiden sprossen, welche geschlechtsreif werden und sich loslösen.

Dies ist der gewöhnliche Lebenscyklus der Bandwürmer. Die Modificationen können wir bei den einzelnen Arten studiren, welche im Menschen und den Hausthieren vorkommen. Bei den Fischen namentlich kommen mehrere Familien vor, welche theils wieder in Raubfischen, theils in Vögeln und Säugethieren ihre Entwickelung erreichen, die gänzlich ungegliederten Nelkenwürmer (Caryophyllida), die nur gerunzelten Riemenwürmer (Ligulida), die Vierrüßler (Tetraphyllida) mit vier großen, selbständig bewegten Saugnäpfen, oft gestielt, oder mit ebenso viel Hakenrüsseln. Beim Menschen sind zwei Familien vertreten: die eigentlichen Bandwürmer (Taenida), mit selbständig werdenden Proglottiden, vier runden, sitzenden Saugnäpfen, kurzem Hakenrüssel. Zu diesen gehört der gewöhnliche Kürbisbandwurm, Taenia solium (Scolex, Taf. 30, Fig. 13; a der doppelte Hakenkranz, b die Saugnäpfe; Fig. 14; reife Proglottide mit der Uterusverzweigung in der Mitte; a der ausgestülpte Cirrhus). Er wird 2—3 Meter lang, mit 7—800 Gliedern, der Cirrhus meist abwechselnd am Rande, die ausgebildeten Proglottiden kürbiskernartig lang, der Uterus mit Mittelraum und etwa einem Dutzend Baumröhren jederseits. Er stammt von der Finne des Schweins (Cysticercus cellulosae) und kommt überall vor, wo man rohes Schweinefleisch ißt, besonders häufig bei Metzgern, Köchen u. s. w. Zuweilen hat man auch Finnen beim Menschen gefunden. Seltener und weit hartnäckiger ist der schwarze Bandwurm (Taenia mediocanellata Fig. 15 und 16), der bis 4 Meter lang wird, weit größere, fettere Glieder hat, die breiter sind und häufigere Nebenäste des Uterus zeigen. Die Saugnäpfe sind größer, zwischen ihnen schwarzer Farbestoff abgelagert, der Hakenrüssel, welchen der Blasenbandwurm besitzt, geht später verloren. Die dazu gehörige Finne (Cysticercus mediocanellatae) im Zellgewebe der Muskeln des Rinds. Der Wurm kommt im Darme derjenigen Bevölkerungen vor, die rohes Rindfleisch essen, besonders häufig in Abessinien.

Im Zustande als Blasenwurm ist für den Menschen besonders gefährlich der Hülsenwurm (Echinococcus), bei welchem eine eigenthümliche Knospung eintritt. Die zuerst gebildete Blase treibt Knospen, die sich als Blasen abschnüren und in denen Kopfzapfen entstehen. Die Tochterblasen schnüren sich ab und erzeugen neue Knospen, sodaß die Geschwulst, mit vielen Generationen, die ineinandergeschachtelt sind, eine ungeheuere Größe erreichen kann. Zuletzt, aber erst nach langen Jahren, verden die Blasen, die am häufigsten in der Leber und Lunge, aber auch sonst in allen andern Organen sich finden. Besonders in Island ist die Echinococcuskrankheit eine Landplage, an der wenigstens zwei Procent der Isländer sterben. Die Blasen finden sich auch in Wiederkäuern. Der Bandwurm (Taenia echinococcus), der nur 4 Millimeter lang wird, lebt im Darm des Hundes oft in großen Mengen. Der Mensch bekommt den Blasenwurm durch den Hundekoth.

Eine andere Knospungsart kommt bei dem Drehwurm oder der Quese (Coenurus cerebralis) vor. Der Blasenwurm setzt sich in dem Hirn der Schafe, seltener der Rinder fest. Die Blase treibt Knospen, welche nichts anderes als Köpfe sind (Taf. 30, Fig. 19 Stück einer Blase mit eingestülpten Köpfen; Fig. 20 mit ausgestülpten Köpfen; Fig. 21 ein Scolex, losgerissen und stark vergrößert; a Hakenrüssel, b Saugnäpfe). Die durchsichtige, mit Serum gefüllte Blase wächst im Gehirn, bewegt sich selbst als Ganzes umher und treibt stets neue Scolexknospen, sodaß sie wie ein mit dicken Stecknadelköpfen besetztes Kissen aussieht. Sie herangewachsen, drückt sie das Gehirn zusammen und erzeugt die bekannte Drehtrankheit, bis das Thier erliegt. Der ausgebildete Bandwurm (Taenia coenurus), der eine Länge von 1 Fuß erreicht, lebt im Darme der Wölfe und Hunde. Drehkranke Thiere fallen natürlich am leichtesten dem Raubthiere zum Opfer.

Die Familie der Grubenköpfe (Bothriocephalida), die keinen Hakenrüssel und nur zwei seitliche Gruben, keine Saugnäpfe, am Kopfe hat, ist beim Menschen durch den Schweizerbandwurm (Bothriocephalus latus) vertreten, der in Rußland, Polen, Schweden, Holland und besonders häufig in der Schweiz vorkommt. Er wird bis 8 Meter lang, erhält bis zu 10000 Gliedern und ist zuweilen mehrfach vorhanden. Er unterscheidet sich leicht von den andern Bandwürmern durch die breiten, kurzen Glieder (Fig. 18), in deren Mitte sich die Geschlechtsöffnung mit dem Cirrhus befindet, umgeben von einer Rosette angefüllter Schlingen des Uterus, und durch den abgeplatteten, zungenförmigen Kopf mit seitlichen sehr flachen Gruben (Fig. 17). Es gehen nie einzelne Proglottiden, sondern stets nur mehr oder minder lange, zusammenhängende Stücke ab. Er läßt sich am leichtesten abtreiben, besonders durch Farrnkraut, während der schwarze Bandwurm eher dem Kusso weicht. Aus den runden Eiern kommen Embryonen, welche mittels einer Umkleidung von langen Flimmerhaaren lebhaft im Wasser schwimmen. Ob die Grubenköpfe unmittelbar mit dem Wasser in den Darm des Menschen gelangen und sich dort mit Ueberspringung des Blasenstadiums direct in den Bandwurm verwandeln, oder ob sie erst, wie die übrigen Bandwürmer, in einem Wasserthiere als Blasenwürmer leben, ist unbekannt. Man weiß deshalb nicht, wie sich vor der Einwanderung der Grubenköpfe schützen, während dies hinsichtlich der Bandwürmer sehr leicht ist. Man esse kein Fleisch, weder Schweine- noch Rindfleisch, welches nicht durch und durch der Siedhitze ausgesetzt wurde, welche die Finnen unzweifelhaft tödtet.

Wir setzen zum Schluß eine Liste der bekanntesten Band- und Blasenwürmer nebst den Thieren her, in welchen sie leben.

Blasenwurm.	Bandwurm.
Coenurus cerebralis, Quese; Schaf, Rind.	Taenia coenurus; Wolf, Hund.
Echinococcus veterinorum, Hülsenwurm; Mensch.	Taenia echinococcus; Hund.
Cysticercus cellulosae, Finne; Schwein.	Taenia solium; Mensch.
» mediocanellatae; Rind.	» mediocanellata; Mensch.
» pisiformis; Hase (Leber).	» serrata; Hund.
» fasciolaris; Maus.	» crassicollis; Katze.
» tenuicollis; Wiederkäuer.	» marginata; Hund, Wolf.
» longicollis; Feldmaus.	» crassiceps; Fuchs.

und Klasse der Stachelhäuter.

(Echinodermata.)

Figur 34 bis 39 und Tafel 32, Figur 1 bis 10.)

nglich symmetrische, später meist fünf-
adiär gebaute Meerthiere mit ver-
nutskelet, selbständig ausgebildetem
d eigenthümlichen Schwellfüßchen
ra) als wesentlichsten Bewegungs-
Geschlechter meist getrennt.

erform ist sehr mannichfaltig und geht von
estalt bis zu der einer platten Scheibe oder
s oder bis zur Walzenform in allen nur
Zwischengestalten vor. Bei den angehef-
ngen wird die Körperform becherartig und
en sich Mund und After auf der obern, vom
kehrten Körperfläche. Bei den Kugel- und
nen wird der Mund stets auf der untern,
äche, angetroffen, während bei der Walzen-
Stellung des Mundes an dem einen Ende
nd Hinten deutlich bezeichnet. Die Stellung
mmer vorhandenen Afters wechselt dann
aber kann man, durch besondere Anordnung
ße und der Geschlechtsorgane, den oralen
l von dem entgegengesetzten aboralen unter-
Die Bewegung ist nicht so mannichfaltig,
rn Klassen. Kein erwachsener Stachelhäuter
ch schwimmen, obgleich alle nur in dem
n. Sie kriechen vielmehr meistens mit
hen Saugfüßen, die man Ambulacren nennt,
loden des Wassers umher. Nur einigen
yen diese Saugfüße ab und sie behelfen sich
windende Bewegungen ihres wurmförmi-
oder durch Umklammerung mittels beweg-
len und Ranken. Eine ganze Familie der
er bleibt zeitlebens durch einen mehr oder
gen Stiel an den Boden geheftet und bietet
glockenförmigen Körper sowie die oft ge-
me, welche den Mund umstehen, eine große
in ihrer äußern Gestalt mit den Polypen
gens gibt es in der ganzen Klasse der
n keine socialen Thierformen; alle leben
Individuen und pflanzen sich nur durch
e Zeugung fort.

t der Echinodermen besteht aus einem dichten
, welches meist eine lederartige Festigkeit
kalkablagerungen, welche darin vorkommen
nchmal bis auf kleine Ueberreste die Leder-
h verdrängen, sind in einfachster Form bei
nten Seewalzen (Holothuria) vorhanden.
sie meist unregelmäßige, netzartige Körper,
ei einer andern Familie einen förmlichen
oder Anker tragen, welcher aus der Haut
und dem Thiere beim Angreifen eine ge-
gleit gibt. Es scheinen diese Angelhaken,
Willkür bewegt werden können, von Wich-
as Kriechen des Thiers im Sande zu sein.
sich übrigens nur bei den Gattungen wurm-
tachelhäuter, welchen andere Bewegungs-
o zwar namentlich die Saugfüße abgehen.
milie der Seesterne rücken die unregel-
gartigen Kalkkörperchen in der Haut so nahe
daß schon ein förmliches, freilich nur aus
stücken zusammengesetztes, nach alten Rich-
beweglicheß Skelet entsteht, das in gewisser
einem Kettenpanzer nicht unähnlich sieht.
äußern Panzerringen, welche den Körper
ers die Strahlen desselben zusammensetzen,
innen hin Querballen, die gelenkartig mit-
rbunden sind und in der Mitte unter einem
ammenstoßen, sodaß an der Bauchfläche der Arme eine tiefe Rinne, die sogenannte Bauchrinne, gebildet wird. Zwischen diesen Stücken befinden sich einzelne Oeffnungen, durch welche die zum Kriechen dienenden und in der Bauchrinne gelegenen Saugfüße nach außen hervortreten können. Man kann sich auf diese Weise das Skelet der Seesterne als aus einzelnen geschlossenen Panzerringen bestehend vorstellen, welche Ringe nicht vollkommen rund, sondern auf der Bauchfläche nach innen eingedrückt sind. Außer diesen Ringen sind in der Haut der See- und Schlangensterne eine Menge von Stacheln eingepflanzt, deren Basis in die Lederhaut eingesenkt und beweglich ist, sodaß diese Kalkstacheln zugleich als Stützen und zur Wehre benutzt werden können. Bei den Schlangensternen nehmen die Panzerringe an den Armen die Gestalt von Tafeln an und lassen so die Lederhaut bis auf die Fugen der Tafeln verschwinden. Noch weiter geht diese Täfelung bei den Seeigeln; hier ist der ganze Körper von einer Schale umhüllt, welche aus einzelnen, meist fünf- oder sechseckigen Täfelchen zusammengesetzt ist und nur eine Oeffnung für den Mund und eine für den After übrigläßt. Es sind diese Täfelchen aus Kalknetzen gebildet, welche noch mittels organischer Fasermasse durchwebt sind. In der Nähe des Mundes und des Afters stehen diese Täfelchen oft nur in mittelbarem beweglichen Zusammenhange, indem sie in die lederartige Haut gleichsam eingelegt sind. Bei den versteinerten Seeigeln fallen deshalb diese beweglichen Tafeln leicht heraus, während die übrigen Tafeln des Körpers, fest miteinander verbunden, eine einzige Schale bilden. Auf besondern Höckern dieser Schale sind meistens mehr oder minder große bewegliche Stacheln eingepflanzt, welche ebenfalls aus Kalkmasse, und zwar aus einem einzigen Stücke bestehen und hauptsächlich zum Stützen des Körpers bei der Bewegung dienen. Außer den Stacheln findet man noch eigenthümliche Greiforgane, Pedicellarien genannt, die aus einem langen Kalkstiele und einer drei- oder vierklappigen Zange bestehen, welche beständig geöffnet und wieder geschlossen wird. Diese Pedicellarien, die man früher für Schmarotzer hielt, stehen auf besondern kleinen Höckerchen, besonders häufig in der Nähe des Mundes bei Seeigeln und Seesternen und scheinen zum Ergreifen von Nahrungsstoffen bestimmt. Sie erscheinen schon früh bei den Embryonen und zeichnen sich dann durch ihre plumpe Gestalt aus. Später wird der Stiel länger, und nun schwanken diese Zangen auf dem Stiele beständig hin und her, während ihre obern Backen auf- und zuklappen. Selbst nach dem Tode des Thiers dauern diese Bewegungen der Pedicellarien noch eine geraume Zeit fort.

In gleicher Weise wie das Skelet der Seeigel, ist auch dasjenige der Seelilien (Crinoidea) zusammengesetzt, welche besonders in den ältern Schichten der Erde häufig vorkommen. Der Stiel dieser Thiere, womit sie unbeweglich festsitzen, wird aus scheibenförmigen Stücken aufgebaut, die wie Münzen aufeinanderliegen, während der becherförmige Körper aus einzelnen Tafeln gebildet ist. Die obere Fläche dieses Körpers ist mit weicher lederartiger Haut überzogen, während die Arme mit ihren Nebenarmen und Zweigen, die an dem Rande des Bechers stehen, wieder in ähnlicher Weise wie die Säule des Stiels aus einzelnen Tafelstücken aufgebaut sind. Bei der Betrachtung der Gattungen, Familien und Ordnungen werden wir auf diese Verhältnisse näher eingehen müssen.

Die Bewegungsorgane der Stachelhäuter sind ziemlich übereinstimmend bei allen gebildet. Bei den wurmförmigen sind deutliche Muskelmassen entwickelt, welche äußerst energische Zusammenziehungen des Kör-

pers bewirken können. Bei den übrigen sieht man diese Muskeln nur an den speciellen Bewegungsorganen entwickelt, und hier auch oft in ausgezeichneter Weise. Die Saugfüßchen (Ambulacra), welche mit Ausnahme einer einzigen Familie allen Stachelhäutern zukommen, sind die wesentlichsten Bewegungs- und Haftorgane derselben. Es sind hohle, wurmförmige Organe, welche durch Oeffnungen des Skelets oder der Haut hervorgestreckt werden können und eine außerordentliche Ausdehnbarkeit besitzen. Bei einigen Familien sind die Saugfüßchen nur sehr klein und kurz, pfriemenförmig, ohne endständigen Saugnapf, zuweilen selbst verästelt und scheinen hauptsächlich nur als Tastorgane benutzt werden zu können. Sie stehen dann auch nur auf der Bauchseite des Körpers und können nicht durch eigene Oeffnungen in das Innere zurückgezogen werden. Bei den Seesternen, den Seeigeln und den eigentlichen Meerwalzen dagegen bilden diese Saugfüßchen lange derbhäutige Cylinder, die an ihrer Spitze mit einem förmlichen Saugnapfe versehen sind, welcher noch obenein durch einen porösen Kalkring in seiner Form gestützt wird. Diese Saugfüße treten durch eigene Löchlein hervor, welche entweder in der Haut oder in den Täfelchen und zwischen den Ringen der Schale oder, wie bei den Seesternen und Seelilien, in eigenen vom Munde auslaufenden Rinnen angebracht sind, und werden von den Thieren als Tast- und Bewegungsorgane benutzt. Sie sind in ungemein großer Anzahl vorhanden, und es gewährt ein eigenthümliches Schauspiel, bei einem lebenden Seeigel die Bewegung dieser Füßchen zu sehen. Nach allen Seiten tasten sie herum, indem sie sich so sehr verlängern, daß sie nur wie ein dünnes Haar erscheinen. Eine Saugscheibe nach der andern setzt sich an, saugt sich fest, und indem nun eine Menge dieser Füßchen sich verkürzen, ziehen sie den Körper wie an eben so vielen Zugseilen weiter. Seeigel und Seesterne klettern auf diese Weise mit größter Leichtigkeit an den glattesten Glaswänden umher und heften sich so fest, daß man eher die Saugfüßchen zerreißt, als sie durch Gewalt ablöst.

Das Nervensystem besteht aus einem fünfhakigen Ringe, der nahe dem Munde den Anfang des Verdauungskanals umgibt und in Nerven ausstrahlt, welche längs den Ambulacralzonen oder -Rinnen verlaufen. Eigentliche Ganglien hat man noch nicht nachgewiesen, andererseits aber dargethan, daß die Nerven in eigenthümlicher Verbindung mit dem Gefäßsystem stehen müssen, da sie hohl sind und Flüssigkeiten führen. Sinnesorgane sind nur höchst sparsam entwickelt. Wirkliche zusammengesetzte Augen mit dicker rother Pigmentlage hat man nur an der Spitze der Arme der Seesterne nachgewiesen; bei den Seeigeln ruhen in Vertiefungen bestimmter Täfelchen am aboralen Pole, die man deshalb auch Augentafeln genannt hat, kleine Pigmentflecke. Bei Seewalzen hat man ebensolche Flecke an den Fühlern nachgewiesen. Als Tastorgane finden sich hohle konische Fühler unter den Augen der Seesterne, und strahlig gestellte, oft verzweigte Tentakeln um den Mund der Seewalzen.

Die Verdauungsorgane der Stachelhäuter bieten ziemlich mannichfaltige Gestalten dar. Fast bei allen befindet sich der Mund in der Achse des Körpers, bei den wurmförmigen am vordern Ende, bei den übrigen in der Mitte oder vorn an der Bauchfläche als rundliche oder fünfeckige Oeffnung. Nur bei einigen Seeigeln erscheint der Mund aus dieser centralen Stellung gewichen und mehr nach vorn hingerückt; aber dann stets in solcher Weise, daß diese Abweichung in der Fortsetzung des unpaaren Strahls liegt und dadurch die Mittellinie angedeutet wird, welche den Körper in zwei Hälften trennt. Bei den wurmförmigen Stachelhäutern ist der Mund von einem Fühlerkranze umgeben, welcher meist verästelt erscheint und in eine Hülle des Körpers zurückgezogen werden kann. Bei den Seesternen sind diese Fühlerkränze im Gegensatze zur Haut äußerst weich und zart und ein Tastorgan, wie man sich leicht bei Berührung der Thiere überzeugen kann. Bei den Seeigeln findet sich der Mund in der Mitte einer nicht sehr bedeutenden beweglichen Hautausbreitung, welche nur mit den schon erwähnten Poren versehen ist. Bei den Seesternen sind in dieser Haut eine Menge mit harten Kalkstücken besetzte Warzen vorhanden, die Function von Zähnen ausüben. Ein wickelter Kauapparat zeigt sich bei einer Familie der Seeigel, nämlich bei den eigentlichen Seeigeln und bei den Scheibenseigeln. Bei letzteren besteht der Kauapparat aus dreieckigen Kalkstücken, von je zwei zu einem V-förmigen Stück vereinigt, dessen Spitze gegen den Mittelpunkt des Mundes gerichtet ist. An dieser vordern Spitze sind jene Kalkstücke eingesenkt, welche wirkliche Zähne darstellen. Im ruhenden Zustande stehen die Zähne so zusammen, daß sie eine fünfseitige Pyramide bilden, welche den Mund gänzlich schließt. Der Mund ist der Kauapparat der eigentlichen Seeigel, ein Kalkgerüste, aus 15 Stücken zusammengesetzt, hier den Schlund, der von dem Munde aus oben in die Höhe steigt. Diese Kalkstücke sind einander beweglich und besitzen einen sehr starken Muskelapparat, der ihre Bewegungen vermittelt.

Der Darmkanal selbst, welcher von dem Munde ausgeht, ist je nach der Körpergestalt verschieden gebildet. Bei den Seelilien und Seesternen windet sich der von dem centralen Mundende des Darm um eine schwammige, in der Mitte des Körpers gelegene Mittelspindel und geht dann in einen unpaaren Strahle gegenüber auf derselben Seite der Mund, sodaß demnach Mund und After in einer Fläche befinden. Bei den eigentlichen Seeigeln führt die Mundöffnung unmittelbar in einen Magensack, der seitliche Ausbuchtungen oder Blindsäcke besitzt. Bei den wahren Seesternen erstrecken sich Seitenäste, die oft noch auf beiden Seiten blindsackförmige Anhänge haben, in die Strahlen hinein. Bei den Schlangensternen bilden sich mehr oder minder verästelte seitliche Säcke, die in der Scheibe selbst liegen und nicht in die Arme eingehen. Den Schlangensternen fehlen wie den Seesternen fehlt der After, sodaß die Ausscheidungsmittel durch den Mund ausgeschieden werden müssen. Bei den meisten Seesternen ist der After vorhanden, und dann stets auf der Rückenfläche dem Munde gegenüber angebracht. Bei den Seeigeln sich ein langer gewundener Darmkanal, der dem Munde ausgehend, in fast stets gleicher Weise durch den Körper windet und entweder an der Rückenfläche oder in der Mittellinie des mittlern Strahle gegenüber endet. Bei den verschiedenen Seeigeln jede abweichende in dieser Richtung, sodaß der After sich bald seitlich auf der Oberfläche, bald auf der Bauchfläche, aber stets dem mittlern Strahle gegenüber. Bei den wurmförmigen Stachelhäutern liegt der After an dem einen, der After an dem andern Ende; meist indeß ist der gleichweite Darm in dem Körper, und zwar in zwei Schlingen gebogen.

Bei den meisten findet sich im Körper ein herzartiges Centralorgan, welches in

: liegt und verschiedene Gefäßringe miteinindet, die in ähnlicher Weise wie das Nervenen Darm umgeben und Zweige den Ambunach aussenden. Einer dieser Gefäßringe m Nervensysteme selbst. Mit dem eigentlichen n aber, das ein opalisirendes Blut enthält, ein complicirtes Wassergefäßsystem in , welches nach außen meist durch eine von hern durchzogene, deshalb schwammig ausalkplatte (Madreporenplatte) communicirt. Madreporenplatte setzt sich nach innen ein mehr er schwammig verkalkter Kanal fort, der al, welcher die verschiedenen Wassergefäßinander verbindet und sie speist. Nur bei ilzen werden die Wassergefäße aus der Leigespeist. Die peripherischen Wassergefäße meist von einem Gefäßringe um den Mund Hauptstämme in die Strahlen, welche auf seite verlaufen. Mit jedem Füßchen und Mundfühler steht ein besonderes Bläschen ung, welches durch ein Aestchen des Wasserspeist wird. Die Bläschen dienen hauptr Entfaltung der Fühler selbst, indem bei menziehung der Bläschen das Wasser von hen aus in die Fühler hineingepreßt und estreckt wird, während bei der Ausdehnung en das Wasser aus den Fühlern zurückei vielen finden sich noch größere, sogenannte Blasen als Sammler für die rückströmende . Abgesonderte Athemorgane kommen nur gentlichen Seewalzen und bei den Seeigeln den letztern finden sich auf der äußern Bauchdem Umkreise des Mundes baumartig verohle Läppchen, welche frei in das Wasser n und deren innere Höhle mit der Leibesdirecter Verbindung steht, sodaß das Gewebe men innen und außen vom Wasser umspült den Seewalzen sind die sogenannten Kiemen zen im Innern des Körpers angebracht und aus einem zweiästigen hohlen Baume, der in eiterung des Darms, unmittelbar vor dem eine Kloake mündet. Der eine Ast dieser zen Kieme liegt an dem Darme, der andere, lunge, an der äußern Leibeswandung an. und Zweige dieser Kiemen, welche innen mit aftesten Flimmerüberzuge versehen sind, befindin steter wurmförmiger Bewegung, die selbst nach der Zerstückelung des Thiers noch anas Wasser, welches die Kiemen anfüllt, wird Aster eingesogen und wieder ausgespritzt, oft er Gewalt, daß ein großer Theil der Eingeit hervorgepreßt wird. Wahrscheinlich entdiese Organe eher den Schleifenkanälen der

Ausnahme einiger Haftwalzen sind bei allen äutern die Geschlechter getrennt. Es gibt e und weibliche Individuen, die indeß äußere kenntlichen Merkmale darbieten; auch in ihrer r gleichen sich die männlichen und weiblichen ptsorgane durchaus und lassen sich nur in der durch ihren Inhalt unterscheiden. Sie bilden oder lappige Schläuche, welche meistens durch urze Ausführungsgänge sich nach außen öffnen, er an sehr verschiedenen Orten angebracht sind. meisten Eiern gehen frei schwimmende Larven doch gibt es auch Arten, wo die Jungen in Brutbehältern aufgezogen werden oder durch enziehung der Mutter beschützt werden, sodaß ine freie Bewegung stattfindet. Entwickelungsweise ist äußerst mannichfaltig und die Larvenformen oft höchst seltsam. Wir können die Formen nur bei den einzelnen Ordnungen andeuten. Die Stachelhäuter leben in allen Meeren oft in großen Mengen zusammen, stets auf dem Boden und an den Küsten umherkriechend.

Von vielen Seeigeln werden zur Fortpflanzungszeit die strotzend angefüllten Eierstöcke gegessen. Mehrern Arten von Seewalzen des Indischen Meeres sind unter dem Namen Trepang ein gesuchter Leckerbissen der Chinesen und dadurch ein bedeutender Handelsartikel. Sonst braucht man sie nur, besonders die Seesterne, als Dung auf Feldern, die Kalksalze bedürfen.

Ordnung der Seewalzen (Holothurida).

Meist walzenförmiger Körper mit Mund und After an beiden Enden. Haut mit zerstreuten Kalkkörpern. Mund von einem Tentakelkranz umgeben.

Der strahlige Bau ist nur durch den Tentakelkranz und die Vertheilung der Wassergefäße im Innern angedeutet. Meist unterscheidet man deutlich eine Bauch- und Rückenfläche, und bei einigen Gattungen geht dies so weit, daß der Körper eine förmliche Bauchhohle hat, welche mit den Füßchen besetzt ist, während auf der mit Kalkschuppen eingeschindelten Rückenfläche Mund und After von stacheligen Schuppen umgeben sich zeigen (Cuvieria squamata, Taf. 31, Fig. 35). Ein aus 10—15 Kalkplatten zusammengesetzter Ring umgibt den Schlund. An ihn heften sich die Längsmuskeln des Körpers; er stützt zugleich das Wassergefäßsystem. Die Tentakeln sind einfach, getheilt, schildförmig und in Form von Scheiben mit Einkerbungen, oder baum- und blumenkohlförmig.

Bei den meisten Seewalzen entsteht aus dem Ei eine seltsame, einem Wappenschilde mit Einkerbungen nicht unähnliche Larvenform, die mit dem Namen Auricularia bezeichnet worden ist und die sogar durch eine eigene Puppenform, wobei indessen das Thier noch schwimmt, in der Weise in die definitive Seewalze übergeht, daß kein Theil des Larvenkörpers abgeworfen wird. Die Entwickelung ist besonders bei den Haftwalzen (Synapta) genau verfolgt. Bei einigen andern Arten scheint indessen die Larvenform zu fehlen.

Die Familie der Seewalzen (Holothurida) hat kurze Saugfüßchen, ganz denen der Seeigel ähnlich, welche meist in Reihen stehen und durch Spalten der Haut hervorgestreckt werden können. Der Darmkanal im Innern ist S-förmig gewunden und an seinem hintern Ende mit einer baumartig verzweigten Kieme in Verbindung. In der Gefangenschaft ziehen sich diese Thiere oft mit solcher Energie zusammen, daß sie einen großen Theil des Darmkanals mit der Kieme losreißen und durch den After entleeren. Es sollen sich indeß diese Theile später wiedererzeugen. In den südlichen Meeren kommt eine Gattung vor, der Trepang, welcher in großen Massen gefischt und besonders nach China als stärkendes Reizmittel verkauft wird. Die Seewalzen finden sich in allen Meeren ungemein häufig an dem Boden kriechend, wo sie sich besonders von Schalthieren nähren. Die abgebildete Art ist häufig im Mittelmeere (Seewalze, Holothuria tubulosa, Fig. 36).

Bei den Haftwalzen (Synaptida) fehlen die Füßchen durchaus und sind durch eigenthümliche Kalkanker ersetzt, welche die Haut rauh machen. Ebenso fehlen innere Kiemen oder eigene Respirationsorgane, indem das Wasser durch Spalten in die Leibeshöhle tritt. Der Darmkanal ist gerade, der After am entgegengesetzten Leibesende. Die Thiere schnüren in der Gefangenschaft ein Stück nach dem andern ihres Leibes

ab, sodaß endlich nur der Kaltring mit den Tentakeln übrigbleibt. Die abgebildete Art lebt im Sande der Küste des Oceans vergraben (Synapta inhaerens, Fig. 34). Eine bei Triest vorkommende Art (Synapta digitata) ist als Wohnthier der einzigen bekannten Schmarotzerschnecke (Entoconcha mirabilis) berühmt geworden.

Ordnung der Seeigel (Echinoidea).

Hautskelet größtentheils aus unbeweglich miteinander verbundenen Kalkplatten als Schale gebildet, auf welcher bewegliche Stacheln sitzen. Füßchen durch Löcher der Kalkplatten (Ambulacralzonen) hervortretend. Stets ein After.

Die Seeigel haben einen rundlichen, herzförmigen oder abgeplatteten Körper, welcher gänzlich aus eingelenkten Täfelchen zusammengesetzt ist, die zwischen sich nur zwei Oeffnungen, eine stets auf der Unterfläche gelegene für den Mund, eine zweite für den After lassen. Man unterscheidet auf dieser Schale selbst fünf Hauptabtheilungen, welche theils durch die Ecken des Mundes, theils aber ganz besonders durch die Fühlergänge angezeigt sind. An bestimmten Stellen nämlich zeigen die einzelnen Platten sehr charakteristisch gebildete feine Oeffnungen, welche zu dem Durchtritte der hauptsächlichsten Bewegungsorgane des Seeigels, der Saugfüßchen oder Ambulacren, bestimmt sind. Es stehen diese Oeffnungen stets in Reihen, welche bald von dem Munde ausgehend nach oben gegen den Gipfel der Schale hin zusammenfließen und dort einen fünfstrahligen Stern bilden, bald auch nur sich auf der obern Fläche zeigen, wo sie dann in einer fünfstrahligen Rosette zusammenstehen. Die gegenseitige Stellung und Zahl dieser feinen Löcher, ihre Verbindung oder Isolirung bieten sehr wichtige Merkmale für die Gattungen und Arten dar. Man unterscheidet hiernach auf den Schalen, deren Theile sich nach der Fünfzahl wiederholen, die Ambulacralfelder, welche diese Poren enthalten, und die dazwischenliegenden Interambulacralfelder. Dem Munde gegenüber auf der Rückenfläche des Seeigels befindet sich meistens der After, welcher keinem einzigen dieser Thiere fehlt und welcher dann den Mittelpunkt für die Rosette oder den Stern der Fühlergänge bildet. Der After ist meistens von beweglichen Platten eingefaßt, welche bei den fossilen Seeigeln leicht ausfallen. Außerdem findet sich in seinem Umkreise eine Rosette von Platten, deren jede deutlich durchbohrt ist, zum Durchtritte der Producte der Zeugungsorgane. Selbst in den Fällen, wo der After nicht im Mittelpunkte der Scheibe liegt, sondern mehr nach hinten gerückt ist, selbst in diesen Fällen bilden, nur mit Ausnahme einer einzigen Gruppe, die Genitalplatten auf der Mitte des Rückens einen Mittelpunkt mit fünf oder vier Oeffnungen, von welchem die Fühlergänge ausgehen. Die Geschlechtsorgane liegen nämlich bei den Seeigeln in einem vier- oder fünfstrahligen Stern von Traubensäcken an dem Rücken der Schale, und ihre Ausführungsgänge befinden sich in den erwähnten Genitalplatten. In den Ecken des Sterns, durch welche diese Platten gebildet werden, sieht man meist noch andere feinere Oeffnungen, in welchen die rothen Augenflecken eingebettet sind. Die Madreporenplatte liegt stets in der Nähe des aboralen Pols, und meist ist es eine Genitalplatte, welche porös wird.

Auf den Täfelchen, welche die Schalen der Seeigel zusammensetzen, stehen noch verschiedene Gebilde, welche besondere Beachtung verdienen. Dies sind einerseits die Stacheln, kaltige, bewegliche Stäbe, von der Dicke eines Haars bis zu der [illegible] und durch Gestalt, Structur und [illegible] charakteristisch sind. Es stehen nämlich [illegible] stets auf runden Knötchen, welchen [illegible] an dem untern Ende eine hohle Gelenkfläche, sodaß sie auf einem förmlichen Kugelgelenk [illegible] können. Im Umkreise dieses Kugelgelenks [illegible] Bänder entwickelt, welche den Stachel [illegible] Je bedeutender die Stacheln, desto größer [illegible] die Zapfenhöcker, welche sie tragen, sodaß [illegible] Seeigeln, wo sehr bedeutend große Stacheln [illegible] sich auch auf der Oberfläche der Schale [illegible] zeigen, welche meist noch einen besonderen [illegible] tragen und oft auch auf ihrer Spitze [illegible] Befestigung mittels eines Sehnenbandes [illegible] Verhalten dieser Höcker und der großen [illegible] den kleinen, deren Höckerchen der Oberfläche [illegible] nur ein rauhes Ansehen geben, alles [illegible] Vortheil zur Bestimmung der Gattungen [illegible] benutzt. Bei den Herzigeln kommen [illegible] stachellose Streifen vor, welche mit [illegible] setzt sind. Die zweite Art von eigenthümlichen Ganzen, Pedicellarien, die besonders in der [illegible] des Mundes stehen, wurden schon früher [illegible]

Die Entwickelung der Seeigel aus [illegible] meistens durch eine Larvenform vor sich, [illegible] ihrer Aehnlichkeit mit einer Staffelei [illegible] genannt hat und die aus einer mit den [illegible] gemeinsamen Grundform dadurch entsteht, [illegible] mit Wimpern besetzten Ecken zu langen [illegible] ziehen, welche mit steifen Kalkstäben gestützt [illegible] dieser pyramidalen Larvenform, an deren [illegible] Mund sich befindet, entsteht durch [illegible] Wassergefäße der Seeigel in einer Lage, [illegible] ziehung auf die Achsen nicht derjenigen der [illegible] trischen Pyramide entspricht. Die Knospung [illegible] den Wassergefäßen aus, welche überhaupt [illegible] wickelung der Stachelhäuter, wie später, [illegible] Rolle spielen. Der knospende Seeigel [illegible] allmälich die Larve, von welcher [illegible] Darmes, die Arme mit ihrem Kalkskelet [illegible] der Haut abgeworfen und nicht in den [illegible] per aufgenommen werden. Merkwürdigerweise [illegible] die Seeigel diese Larvenform mit dem [illegible] der Schlangensterne gemein, bei welchen [illegible] Abweichungen der Form sich befinden. [illegible] Seeigeln ist keine Larvenmetamorphose [illegible]

Die Seeigel finden sich vorzugsweise [illegible] und in geringen Meerestiefen. Einige [illegible] Höhlungen in den Felsen aus.

Die Familie der Herzigel (Spatangoidea) [illegible] herzförmige Gestalt, an welcher man [illegible] lich eine mittlere Achse unterscheidet, [illegible] in zwei symmetrische Hälften theilt. [illegible] zahnlose Mund liegt selten in der Mitte, [illegible] vordern Rande, der After an dem hintern [illegible] Unterfläche ihm gegenüber, sodaß auch [illegible] Mittellinie sehr deutlich angezeigt ist. [illegible] gänge sind meistens auf dem Gipfel in [illegible] vereinigt, bei einer Gruppe aber vollkommen [illegible] Der hintere unpaare Fühlergang liegt [illegible] tiefen Rinne, wodurch die herzförmige [illegible] wird, und unterscheidet sich in seiner [illegible] übrigen. Meist finden sich nur vier Genitalplatten und auch nur vier Eierstöcke im [illegible] Schale finden sich nur feine, haarförmige [illegible] sondere Zonen (Semitae oder Fasciolen), [illegible] Borsten die Stacheln ersetzen. Die Pluteus [illegible] soweit bekannt, einen besondern Gitterkorb [illegible]

der Pyramide. Die Thiere leben meist Sand und Schlamm. Die abgebildete :l, Spatangus purpureus, Taf. 31, Fig. 37) Nordsee.

ie der Nußigel (Cassidulida) hat einen er eiförmigen Körper, der meist ziemlich sehr feine Stacheln, die auf zerstreuten en. Die Fühlergänge sind bald blattförden Schildigeln, bald reihenförmig, wie zeln. Der Mund steht in der Mitte der er etwas mehr nach vorn, der After am an der Unterfläche, sodaß bei der sonst estalt der Thiers die Mittelachse oft sehr . Der Mund ist gänzlich unbewaffnet. ine jetzt lebende Art aus Australien ab icleolites recens, Taf. 32, Fig. 10), welche würdig ist, daß sie auch fossil im Tertiärnmt, und eine andere Art, die in der orkommt (Cassidulus lapis cancri, Taf. 31,

ie der Schildigel (Clypeastroida) bevon meist scheibenförmiger Gestalt, deren und mit feinen Höckerchen besetzt ist, welche rze, haarartige Stacheln tragen. Diese überall gleich. Der Mund befindet sich der Unterfläche und ist mit fünf einfachen pramidaler Form bewaffnet; der After damals auf der obern Fläche des Scheitels, auf der untern Fläche mehr oder minder nde und dem mittlern Strahle entgegenblergänge bilden auf der Rückenfläche einen en Blättern zusammengesetzten Stern, dem renplatte mit fünf Geschlechtsöffnungen kt dient. Die abgebildete Art (Schildster rosaceus, Fig. 39) aus dem Süd-

: der Pyramidenigel (Galeritida) hat hr regelmäßige Form, die derjenigen der hert, aber der After steht außerhalb des er Seite oder unten. Die Fühlergänge Die fossilen Gattungen, von denen wir Kreide charakteristische Form abbilden albogalerus, Taf. 32, Fig. 1), besitzen arat; die lebenden nicht.

gentlichen Seeigeln (Cidarida) ist der g, der Mund in der Mitte der Unterbald ganz nackten, bald mit Wärzchen gelegen. Der After liegt dem Munde der Mitte des Rückens in einer Rosette, inf Genitalplatten gebildet ist, die mit atten abwechseln. Die Madreporenplatte paaren Genitalplatte verschmolzen. Der ist äußerst complicirt und wird durch ünge der Schale an seinem Platze gehalergänge sind schmal und gehen von dem um After, meist in etwas geschlängelter Auf den Feldern zwischen den Fühlern nde Höcker angebracht, welche in Reihen e Stacheln tragen. Bei den zahlreichen elche sich in dieser Familie finden, hat mehrere Gruppen unterschieden, so die (eigentliche Cidariden), bei denen auf chale sehr dicke auf dem Gipfel durchbohrte wei Reihen geordnet stehen, die ungemein nge, oft keulenförmige Stacheln tragen, rgänge sehr eng sind. Wir bilden aus eine fossile, für den obern Jura charakab (Hemicidaris crenularis, Fig. ructur der ihrer Stacheln beraubten Schale wie eine lebende Art mit dicken keulenförmigen Stacheln (Seeigel, Echinometra mammillata, Fig. 3).

Eine andere Gruppe bilden die an den europäischen Küsten so häufigen eigentlichen Seeigel (Echiniden), die eine weit dünnere Schale besitzen, mit kleinern Höckern und dünnen spitzigen Stacheln.

Ordnung der Seesterne (Asterida).

Körper abgeplattet, scheibenförmig, fünfeckig oder strahlig. Mund auf der Mitte der Unterseite. Madreporenplatte und After, wenn letzterer vorhanden, dorsal.

Die Ordnung begreift nur plattgedrückte Thiere mit scheibenförmigem, fünfeckigem Körper und mehr oder minder ausgezackten Armen, welche von der Körperscheibe nur unvollständig getrennt sind. Der Mund befindet sich auf der Unterfläche der Scheibe im Mittelpunkte, der After (wenn ein solcher vorhanden ist, denn bei vielen Gattungen fehlt er) stets gegenüber auf der Rückenfläche. Die Körperhaut ist lederartig; das Kalkskelet aus einzelnen losen Panzerringen zusammengesetzt, die eine große Beweglichkeit und Biegsamkeit des ganzen Körpers gestatten; die Strahlen dieser Panzerringe beginnen an dem Munde und laufen fünfeckig nach den Seiten aus. Auf der Unterfläche der Scheibe, und je nach den Familien auch der Arme, sind in den Strahlen entsprechende Ringe angebracht, welche die Saugfüßchen beherbergen, die fast ganz in die Rinne zurückgezogen werden können. Die Entwickelung ist sogar innerhalb der Familie verschieden.

In der Familie der Sonnensterne oder Medusenhäupter (Euryalida) sind die Arme vollständig von der Scheibe abgesetzt und ohne Rinne auf der Bauchfläche. Die Körperorgane befinden sich nur in der Scheibe, welche rund ist und auf ihrer Oberfläche keine Afteröffnung zeigt. Der Mund befindet sich auf der Mitte der Unterfläche; auf derselben Seite gegen den Rand hin die Madreporenplatte. Die Arme sind stets verästelt, äußerst biegsam und meistens mit Ranken versehen, welche sich spiralig aufrollen. Es finden sich diese Medusenhäupter besonders in den südlichen Meeren, aber stets nur selten. Die Entwickelung ist unbekannt (Medusenhaupt, Euryale caput Medusae, Taf. 32, Fig. 6).

Eine zweite Familie ist die der Schlangensterne (Ophiurida). Der Körper stellt eine rundliche oder fünfeckige Scheibe dar, mit fünf langen, stets unverästelten Armen, wodurch sie sich wesentlich von der vorigen Familie unterscheiden; auch ihnen fehlt stets ein After und die Madreporenplatte verschwindet bei den Erwachsenen fast gänzlich. Die langen Arme, welche keine Bauchfurche haben, sind meist mit Stacheln oder Warzen in Querreihen besetzt und schlangenartig biegsam. Die Füßchen werden aus seitlichen Fächern an den Armen entwickelt. Die Entwickelung der Jungen beruht auf der Larvenform des Pluteus — es gibt aber auch lebendig gebärende Schlangensterne, bei welchen das Larvengerüste ganz rudimentär bleibt. Die abgebildete Art (Schlangenstern, Ophiothrix fragilis, Fig. 5) sehr häufig in allen europäischen Meeren.

In der Familie der eigentlichen Seesterne (Asterida) ist der Körper zuweilen nur fünfeckig oder in fünf kurze Arme ausgezogen, in welche Blindsäcke des Magens hineinragen, die sich oft noch verästeln. Nur selten sind diese Strahlen zahlreicher, und in diesem Falle wechselt oft ihre Anzahl in derselben Art bei einzelnen Individuen. Vom Munde aus ziehen sich die Bauchfurchen, aus welchen die Füßchen hervortreten, durch die ganze Länge der Arme. Die einen

mit zwei Füßchenreihen haben keinen After, während die mit vier Reihen einen solchen auf der Rückenfläche besitzen. Die Entwickelung ist sehr mannichfaltig und bisjetzt noch nicht so weit aufgeklärt, daß man sie in Beziehung zu den erwachsenen Formen bringen könnte. Man kennt bisjetzt zwei freischwimmende Larvenformen, die man Bipinnaria und Brachiolaria genannt hat, eine Larvenform mit Saugnäpfen, womit sich die Jungen an die Mutter anheften, und endlich gibt es auch Seesterne, die lebende Junge ohne Metamorphose gebären. Die abgebildete vielarmige Art (Sonnenstern, Solaster papposus, Fig. 4) häufig im Ocean.

Die Ordnung der Seelilien (Crinoidea) ist fast ganz aus der heutigen Schöpfung verschwunden, während sie in den frühern einen ausgezeichneten Rang einnahm und in den ältesten Zeiten nebst den Seesternen allein die Klasse der Stachelhäuter überhaupt repräsentirte. Die meisten dieser Thiere saßen auf langen beweglichen Stielen fest und hatten in ihrer äußern Gestalt viel Aehnlichkeit mit Polypen, sodaß sie in der That von ältern Forschern unter diese gestellt wurden. Der Körper ist becherförmig, die untere dem Stiele zugewandte Fläche aus einzelnen Kalktafeln gebildet, welche in der Mitte eine Höhle für die Eingeweide lassen. Die obere Fläche des Bechers ist von einer lederartigen Haut überwölbt, in welcher sich mitten der Mund und zur Seite der After befindet. An dem Rande des Körpers stehen Arme, welche von den Tafeln, die den Becher bilden, ausgehen, meist sehr beweglich sind, entfaltet und zusammengelegt werden können und zum Ergreifen der Beute dienen. Diese Arme sind aus vielen einzelnen Stücken zusammengesetzt und tragen oft wieder besondere Aeste, Zweige und Ranken, die auf den einzelnen Gliedern der Arme eingelenkt sind. Der Körper mit seinen zusammengelegten Armen hat besonders bei einigen kurzarmigen Arten ganz die Form einer Lilienknospe auf langem Stengel.

Eine normale Seelilie kann man als zusammengesetzt aus vier einzelnen Theilen ansehen: die Wurzel, womit das Thier an den Boden befestigt ist, wird von einer kaltigen Masse gebildet, ähnlich der Grundmasse, an der die Polypen aufsitzen. Sie erscheint meist als eine Ausschwitzung ohne weitere specielle Ausbildung. Auf dieser Wurzel erhebt sich der Stiel oder die Säule, zusammengesetzt aus einzelnen, meist runden oder fünfeckigen Gliedern, welche gewöhnlich eine mittlere centrale Oeffnung besitzen, durch die ein Kanal nach unten sich erstreckt, der hauptsächlich nur für die bewegende Fasermasse des Stiels bestimmt scheint. Die Täfelchen der Säule haben meist auf beiden Seiten Kerben und Vorsprünge, die ineinandergreifen und oft die Figur eines fünfstrahligen Sterns bilden. Diese isolirten Täfelchen, die man auch Trochiten oder Entrochiten genannt hat, finden sich häufig in den Schichten der Erde vor, während wohlerhaltene Seelilien in ganzer Gestalt seltener sind. Bei vielen Gattungen trägt der Stiel seitliche Ranken, die andern fehlen; bei andern verkümmert er oder zeigt sich nur als knopfartiges Rudiment. Der Körper oder Becher der Seelilien besteht aus einzelnen Stücken, welche man je nach der Entfernung oder der Nähe des Stiels und der Arme ziemlich unzweckmäßigerweise Beckenglieder, Hüftglieder, Schulterglieder u. s. w. genannt hat. Diese Täfelchen bilden mehrere übereinanderliegende, sich erweiternde Kreise, auf deren äußerstem die Arme eingelenkt sind. Dieser sind fünf oder zehn, die sich aber oft noch vielfältig in Aeste spalten. Auf ihrer innern Seite zeigen die Arme eine Rinne, welche von der weichen Hautbedeckung überzogen ist und auf der die kleinen Saugfüßchen angebracht sind. Der Becher ist durch eine mehr oder [illegible] geschlossen, auf welcher sich der [illegible] und der excentrische After befinden. [illegible] organe entwickeln sich traubenförmig [illegible] der Arme und den dort angebrachten [illegible]

Man kann unter den lebenden [illegible] scheiden: die eine begreift die gestielten [illegible] (Encrinida), von welchen jetzt durch [illegible] suchungen viele Arten bekannt [illegible] bewohnen in der That nur sehr [illegible] tausend Faden und mehr, besonders [illegible] Zonen des Oceans. Wir bilden [illegible] eine fossile Art ab, die für den [illegible] ristisch ist (Encrinus liliiformis, [illegible]

Die Familie der ungestielten Seelilien (Comatulida), ist aus Thieren [illegible] im erwachsenen Alter vollkommen [illegible] noch jetzt in unsern Meeren vorkommen [illegible] sterne haben einen abgeplatteten Körper, [illegible] fläche aus einzelnen Täfelchen zusammengesetzt, [illegible] auf dessen Bauchfläche sich zwei Oeffnungen, [illegible] eine mittlere, der Mund, eine seitlich [illegible] stehende, der After. Die zehn Arme [illegible] Thiere besitzen, sind an dem Rande des [illegible] Bechers eingelenkt und aus Täfelchen [illegible] auf welchen zweizeilige bewegliche Fiedern [illegible] Mittels dieser Arme und Anhänge [illegible] stern sehr geschickt an Meerpflanzen [illegible] seinen Armen umfaßt, wobei ihm die [illegible] behülflich sind, welche auf einer Arm[illegible] fläche der Arme stehen. Die abgebildete [illegible] fig im Mittelmeere (Haarstern, Comatulina, Fig. 7).

Die Entwickelung ist jetzt ziemlich [illegible] und wirft ein großes Licht auf dieselbe [illegible] überhaupt. In der That entsteht [illegible] Haarsterne eine ovale Larve mit [illegible] endständigem Wimperbusch und [illegible] welcher allmählich die Kalkplatten des [illegible] Stiels sich zeigen. Indem nun noch [illegible] innere Skelet mehr auswächst, die [illegible] selbe anlegt und die Wimperreifen [illegible] wird aus dem Ganzen ein Wesen, das [illegible] glase nicht unähnlich sieht und [illegible] sprossen die Arme hervor, und so wird [illegible] den Larve eine festsitzende Seelilie, der [illegible] Busch abbilden (Pentacrinus europ[illegible]). Nachdem die Seelilie bis zu einer [illegible] herangewachsen ist, trennt sie sich von [illegible] ein Haarstern. Die jetzigen Haarsterne [illegible] also dieselben Entwickelungsstufen, [illegible] nung überhaupt in der Erdgeschichte [illegible]

Kreis der Darmgefäßler.

(Coelenterata.)

Die Verdauungshöhle setzt sich unmittelbar oder durch Spalten [illegible] von Höhlen und Kanälen fort, [illegible] Körper durchziehen.

Die ursprüngliche Grundform dieses [illegible] eines Eies oder eines Cylinders, der [illegible] einer blind endenden Verdauungshöhle [illegible] aus zwei Schichten zusammengesetzt ist, [illegible] Ectoderm, welche meist ursprünglich [illegible] und Nesselorganen besetzt ist, und einer [illegible] welche die verdauende Höhle auskleidet, [illegible] deren Verzweigungen fortsetzt, wenn [illegible]

Grundform, die nur eine Achse erkennen durch den Mund und die Verdauungs- nommen ist, entwickelt sich nun in den len eine symmetrisch bilaterale Form, die en erhält, aber immer in der Weise, daß rch die Verdauungshöhle kenntlich bleibt, bei andern in eine radiäre Strahlenform ndem sich die meisten Organe strahlig um ellen. Bei dieser radiären Anordnung sind vier und sechs und ihre Multiplen maßemals wie bei den Stachelhäutern die äußern Haut kommen fast ganz allgemein lorgane vor, welche sich auch bei Strudelnd einigen nackten Meerschnecken vorfinden. sie sich oft in ungewöhnlichem Grade entan besondern Körperstellen, z. B. Fangerordentlich angehäuft. Sie bestehen aus l, welche im Innern einen Faden birgt, erührung hervorgeschnellt wird und als verwundet. Das Nesseln der Quallen, die Seebädern so unangenehm werden, rührt Organen her.

dauungsorgane sind eigenthümlich gesprünglich ein axialer Blindsack, wie die llydra und den ähnlichen Wesen das Leben eibt, verästelt sich der hintere Theil bei angeht in Kanäle über, welche den Körper ahliger Anordnung durchziehen, bei vielen desselben in Ringkanälen sich vereinigen, bei d enden, oder wenn Thierstöcke gebildet sind, ungshöhlen der einzelnen Thiere miteinander nd zugleich ein Netz von Ernährungskanälen lonie in ihrer Gesammtheit bilden. Auf der ufe der Ausbildung erhält zwar der vorauende Theil dieses Gastrovascularsystems, sack, eine eigene Wandung; er steht aber auch mit dem Kanalsystem durch weite Oeffnungen ße in Verbindung, sodaß auch dann die Rerdauung unmittelbar in das Gastrovascular- geführt werden.

ystem und Sinnesorgane sind bei zwei ch gar nicht nachgewiesen, bei den beiden r zum Theil und in sehr beschränkter Aus- Bei den meisten kommen sehr verschieden ühler, Arme u. s. w. vor, die meist um den tellt sind, meistens zwar zum Haschen der ten, aber auch als Tastorgane gelten müssen. ben geschlechtliche Vermehrung, und bei den d sogar die Geschlechter getrennt; einige sind, ppenquallen, Zwitter. Außerdem kommen aber Kreise so mannichfache Formen der Vermehr ungeschlechtige Zeugung vor; innere und sspenbildung, Theilung u. s. w. Ebenso häufig ie Bildung von Thierstöcken durch Erzeugung pen, welche sich nicht ablösen, sondern mit gern in organischer Verbindung bleiben, und kommt ein Polymorphismus der Individer Weise vor, daß für die verschiedenen n, besonders Ernährung und Fortpflanzung gestaltete Individuen sich bilden, welche dem gegenüber dieselbe Rolle spielen, wie die n Organe im Körper der Einzelwesen. lenteraten sind Wasserthiere und mit höchst lusnahmen Meerthiere. Im Haushalte der elen einige Klassen derselben von Urzeiten edeutende Rolle, und man kann wol sagen, Gebirge ihnen ihre Entstehung verdanken. ann bei den Darmgefäßlern zwei Reihen en, die Reihe der Quallen mit meist weichem Körper (Rippenquallen und Quallenpolypen) und die Reihe der steletbildenden Cölenteraten (Korallenpolypen und Schwammthiere).

Klasse der Rippenquallen (Ctenophora).

(Tafel 32, Figur 19, 20 und 23.)

Freischwimmende, gallertartige Einzelthiere von bilateralem Typus, mit in Reihen gestellten Schwimmblättchen als Bewegungsorgane. Im Meere lebende Zwitter, ohne ungeschlechtige Vermehrung.

Die Rippenquallen haben einen meist eiförmigen oder gurkenartigen, zuweilen sehr in die Breite gezogenen Körper, an dessen vorderm Ende sich der Mund, an dem hintern der After befindet. Die Bewegungsorgane und die Gefäße sind meist so angebracht, daß sie wie Radien einer durch Mund und After gelegten Achse erscheinen, während Magen und Nervenknoten den bilateralen Typus herstellen. Bei manchen Rippenquallen wird der symmetrische Typus noch deutlicher, indem der Körper seitlich ausgezogen wird und zuweilen selbst in ein langes Querband sich fortsetzt, in dessen Mitte die Verdauungsorgane liegen.

Die Haut der Rippenquallen ist stets nackt und zuweilen, ähnlich wie bei den Armpolypen, mit Hafforganen besetzt, aus welchen ein steifes Härchen hervorragt. Außer diesen nur mikroskopischen Organen zeigen sich auf der Oberfläche des Körpers stets rippenartige Linien, auf welchen die Schwimmorgane angebracht sind. Diese bestehen aus langen, etwas steifen, in Querlinien aufgestellten Haaren, die zuweilen an ihrer Basis vereinigt sind und wie ebenso viel auf der Rippe angebrachte Läppchen zum Schwimmen vor- und rückwärts bewegt werden. Sie hängen sowol einzeln als in ihrer Gesammtheit von dem Willen des Thiers ab. Die Körpersubstanz besteht aus einer homogenen Gallertmasse, in welcher sich verzweigte, varicöse Nervenfäden, welche fast geradlinig längs den Schwimmblättchenreihen verlaufen, und vielstrahlige Nervenzellen, aber keine Nervenstämme unterscheiden lassen. Außerdem kommen deutliche Muskelfasern vor von sonderbarer, pinselähnlicher Gestalt. Der Nervenknoten, den man früher unterscheiden wollte, ist aus Zellen ohne Fasern gebildet. Der Mund befindet sich in der Achse des Körpers und führt entweder unmittelbar oder durch eine längere Verengerung in eine weitere Höhle, den Magen, welcher nach hinten zu sich wieder verengert und durch zwei seitliche Spalten in eine trichterförmige Höhle ausmündet, welche zugleich zur Aufnahme des Wassers bestimmt ist. Bei den meisten Rippenquallen ist der Mund mit zwei sehr langen und äußerst contractilen, verästelten Fangfäden bewaffnet, die meistens in besondern Höhlen oder Scheiden neben dem Magen liegen und dort sich in beständiger, wurmförmiger Bewegung befinden. Diese Fangarme sind mit Nessel- und Giftorganen besetzt und werden, wie es scheint, nur zum Tasten und Umstricken der Beute benutzt. Von dem Trichter aus, worin der Magen mündet, entspringen acht Radialgefäße, welche längs den Rippen der Schwimmblättchen hinlaufen und in ihrem Innern Flimmerbewegung zeigen. Zu beiden Seiten dieser Radialgefäße finden sich verzweigte Blindsäcke, in welchen sich einerseits die Eier, andererseits die Samenthiere erzeugen. Die Eier entwickeln sich in einfacher Weise; bei denjenigen Rippenquallen, welche Mundschirme besitzen, sprossen diese Theile erst später hervor. Alle leben im Meere und sind entweder glashell durchsichtig oder mit zarten Farben geschmückt.

Man hat vier Ordnungen unterschieden: die Lappenquallen (Lobata) mit Schirmlappen vor dem Munde und ungleich langen Schwimmblättchenreihen. Hierher gehört die abgebildete, im norwegischen Meere häufige, oft handlange Art (Bolinia norvegica, Taf. 32, Fig. 19). Die Bandquallen, (Cestida) mit seitlich verlängertem Körper; eine Art, der Venusgürtel (Cestum Veneris), im Mittelmeere, wird bis 1 Meter lang. Die Kürbisquallen (Saccata), mit engem Maul, kugelförmigem Körper, langen, in Säcke einziehbaren Fangfäden; die abgebildete Art (Cydippe pileus, Fig. 23) aus der Nordsee. Die Gurkenquallen (Beroida), mit weitem Maul, ohne Fangfäden; die abgebildete Art aus dem Mittelmeere (Beroë Forskalii, Fig. 20).

Klasse der Quallenpolypen (Hydrozoa).

(Tafel 32, Figur 21, 22 und Tafel 33, Figur 1 bis 12.)

Körper keulen- oder glockenförmig; meist mit Fangfäden um den Mund. Gewöhnlich Radialkanäle von der Magenhöhle aus. Festsitzende oder schwimmende Wesen, Einzelthiere oder Colonien, meist mit Generationswechsel oder Knospenbildung.

Die meisten Thiere, welche dieser Klasse angehören, erscheinen unter zweierlei Formen: derjenigen eines keulenförmigen Polypen, um dessen Mund meist Fangarme stehen, und derjenigen einer Qualle oder Medusa von Glocken- oder Schirmgestalt. Wir betrachten zuerst diese Formen gesondert.

Die Form, welche wir mit dem Namen der Armpolypen bezeichnen, umfaßt Thiere von weichem Körperbau, die meistens in Colonien zusammenleben und deren Mund von einer veränderlichen Zahl wimperloser, rundlicher, sehr ausdehnbarer Fühler umgeben ist. Viele Gattungen haben einen Polypenstock, der entweder nur eine Incrustation oder verästelte Bäumchen bildet, die glockenförmige Zellen tragen, in welche sich meist die einzelnen Polypenleiber zurückziehen können. Diese Polypenstöcke sind dann äußerst zart, papierartig oder hornig und biegsam; sie bilden niemals größere Massen oder Korallen, wie die eigentlichen Korallenpolypen.

In der weichen Haut der Armpolypen finden sich Nesselorgane, welche aus einem mit Widerhaken versehenen Bläschen bestehen, das einen klebrigen Faden hervorschnellt, welcher sich beim Erhaschen der Beute um dieselbe schlingt. Die Bläschen reißen sich bei dieser Gelegenheit aus der Haut los, und ihre Berührung tödtet unausbleiblich die kleinen Thierchen, welche von den Armen erfaßt waren. Die Fangarme selbst sind stets rundlich und bei einigen Gattungen scheinbar aus einem großzelligen Gewebe gebildet, während sie bei andern hohl sind und diese Höhlen mit der Magenhöhle in Verbindung stehen. Nervensystem und Sinnesorgane hat man noch bei keinem Armpolypen entdeckt. Der Mund, der in der Mitte des Fühlerkreises sich befindet, führt in eine einfache Verdauungshöhle über, welche zwar von eigenthümlichen Zellen des Entoderms ausgekleidet, aber nicht von der Leibeswandung getrennt ist. Bei den einfachen Armpolypen ist die Verdauungshöhle nach unten blind geschlossen, während bei den gesellschaftlichen Gattungen sie nach unten in eine Röhre übergeht, welche in ein für alle Individuen des Stocks gemeinschaftliches Netz von Röhren mündet. In allen diesen Röhren wird die Ernährungsflüssigkeit durch zarte Wimpern umgetrieben. Die unverdauten Stoffe werden bei allen durch den Mund ausgeworfen.

Die Schirmquallen oder Medusen sind freinackte gallertartige Thiere von mehr oder minder scheibenförmigem, zuweilen glockenförmigem Körper, dessen freier, meist mit Fäden besetzter Rand durch wechselnde klappende Zusammenziehungen und Ausdehnungen als Schwimmorgan dient. An der untern Fläche dieses meist glasartig durchsichtigen Körpers befindet sich der Mund oder die seine Stelle vertretenden Saugorgane, oft von stielartigen Verlängerungen umgeben, sodaß der ganze Körper einigermaßen einem Hutpilze ähnlich sieht.

Alle Quallen sind nackt und ihr aus einer oft knorpelharten Zellensubstanz zusammengesetzter Körper von einer zarten Oberhaut bedeckt, in welcher sich meist ähnliche Nesselorgane finden, wie wir sie schon bei den Polypen kennen lernten. Die Gäste der Seebäder kennen diese nesselnde Eigenschaft oft aus eigener schmerzlicher Erfahrung. Der scheibenförmige Körper selbst zeigt stets in der Anordnung aller seiner Organe einen streng regelmäßig strahligen Typus, sodaß man jede Qualle in je vier oder sechs vollkommen gleiche Segmente zerspalten kann. Nach diesen Zahlen geordnet zeigen sich dann auch bei den meisten dieser Thiere an dem Rande angebrachte, oft außerordentlich lange contractile Fäden, welche offenbar als Fühlfäden benutzt werden.

Als Nervensystem und Sinnesorgane hat man mit Recht eigenthümliche Körper gedeutet, welche an dem Rande der Scheibe meistens in Sechs- oder Achtzahl eingebettet liegen. Es bestehen diese Randkörper aus einem kapselartigen Bläschen, in welchem ein runder oder eckiger krystallinischer Kern enthalten ist. Bei einigen Gattungen sind diese Bläschen von einem lebhaft gefärbten Pigment umgeben, was sie für Augen ansprechen ließ, während ihre Zusammensetzung aus einem krystallinischen Kerne, der in einem Bläschen eingeschlossen liegt, eher darin die erste Bildung von Hörorganen erkennen lassen dürfte.

Die Verdauungsorgane sind in eigenthümlicher Weise gestaltet. Meist ist ein einfacher Mund vorhanden, der zuweilen nur von einem Randsaume umgeben, in den gewöhnlichen Fällen aber von Fangarmen der verschiedensten Gestalt umstellt ist. Oft besitzen diese Fangarme Randsäume, die wie eine Krause gestaltet sind, und oft ist der Magen lang ausgezogen, sodaß er wie ein Schwengel in der Glocke hängt, oder in einen kreuzförmigen Spalt verwandelt, der wie das Jabot eines Hemdes von vorspringenden Krausen umgeben ist. Bei einigen wenigen Gattungen indessen findet sich keine einzelne Mundöffnung, sondern feine Saugmündungen, die entweder auf einem einfachen Mittelstiele oder auf vielfachen Fühlern, die oft noch verästelt sind, sich nach außen öffnen. Die feinen Röhren, welche von diesen Saugmündungen aufsteigen, führen ebenso wie der einfache Mund in eine größere oder kleinere Magenhöhle, welche meist eine gewisse Anzahl von strahlig gestellten Nebensäcken besitzt. Aus diesen Nebensäcken entspringen Gefäße in bestimmterer Zahl, welche strahlig nach dem Rande zulaufen und dort entweder in ein Randgefäß oder in ein äußerst zierliches Maschennetz von feinern Gefäßen übergehen. Der ganze Körper wird auf diese Art von der Ernährungsflüssigkeit durchzogen, und nicht selten findet man sogar noch unverdaute Reste kleiner Thierchen in diesen Kanälen.

Die Geschlechtsorgane zeigen sich in der Form bandförmiger Drüsen, welche bald als Streifen an dem untern Rande der Scheibe auf den Radialkanälen oft in bedeutend großer Zahl, bald an dem Magen selbst, bald in eigenen nach außen geöffneten Höhlen

er Magenhöhle in Form gekrauster Fransen sind und einzelne Säckchen enthalten, in dem einen Geschlecht die Samenthierchen, dern die Eier sich entwickeln.

en Formen, welche wir hier charakterisirt en nun entweder für sich bestehen, oder in densten Weisen sich miteinander combiniren. n man verschiedene Ordnungen und selbst unterscheiden.

Unterklasse der Armpolypen.

g der Meerschirme (Lucernarida).

uungshöhle mit Scheidewänden.

tige, durchsichtige, mit einem runden Stiele nde Polypen in der Form eines Sonnen- entweder nur acht einfache oder selbst nur getheilte dicke Fühler besitzen, welche durch förmige Zwischenhaut verbunden sind. An dieser Fühler bemerkt man eigenthümliche und Nesselhaufen. Die Verdauungshöhle entlich kurz und öffnet sich nach hinten so e Leibeshöhle, welche vier Scheidewände Eierstöcke, welche ganz den gewöhnlichen erstrecken sich bis weit hervor in die schirm- sbreitung der Tentakeln. Man findet ver- nttungen dieser Familie an den nördlichen Oceans. Sie bilden einen Uebergang zwi- orallenpolypen einerseits und den Quallen . Ihre Entwickelung ist noch nicht hin- orscht.

ng der Armpolypen (Hydrida).

e Verdauungshöhle ohne Scheide- hle Arme; Körper keulenförmig.

ilie der Süßwasserpolypen (Hydrida) ptsächlich aus der Gattung Hydra, deren vorzüglich häufig an Wasserlinsenwurzeln indet. Das Thier ist ganz nackt, mit langen versehen, die es auch zum Umherklettern gleich es sich gewöhnlich mit seinem Fuße ruhig auf Beute lauert. Die Fangarme hohl und ihre Höhle steht mit der den b des Thiers bildenden Verdauungshöhle bung. Sie können ungemein verlängert dienen durch ihre Nessel- und Haftorgane n der Beute, die besonders in Wasserflöhen kleinen Mückenlarven und derlei Thierchen Thiere sind ungeheuer gefräßig und pflanzen em Futter lebhaft durch Knospen fort, die ern Leibeshälfte hervorsprossen. Ihr Leben e, ihre Reproductionskraft ungemein groß, lne Stücke wieder zu selbständigen Thieren . Die hervorsprossenden Knospen stehen it der Leibeshöhle in Verbindung, schnüren vollständig ab, sobald ihre Arme entwickelt er dieser Knospenzeugung pflanzen sich die auf geschlechtlichem Wege fort. Unmittel- Basis der Arme bilden sich warzenförmige welche sich aushöhlen, mit Samenthieren sie durch Oeffnen der Spitze entleeren; es oben. Die Eier bilden sich am Grunde der e durch eigenthümliche Umänderung einer erhalten eine dicke, zuweilen mit Stacheln halen besetzte Hülle. Durch diese Eier, die me oder an Wasserpflanzen hängend den erdauern, wird die Gattung im Frühjahre t. Die abgebildete, schön grüne Art ist ufig (Hydra viridis, Taf. 33, Fig. 7).

Unterklasse der Quallenpolypen (Hydromedusae).

Körpergestalt der Geschlechtsthiere stets schirm- oder glockenförmig, meist frei beweglich. Meist Zwischengenerationen ungeschlechtiger, durch Knospen sich fortpflanzender, polypenähnlicher Wesen.

Ordnung der Schwimmpolypen (Siphonophora).

Schwimmende Thierstöcke, meist aus polymorphen Individuen zusammengesetzt.

An einem gemeinsamen hohlen Stamme, der meist höchst contractil ist und in welchem die Ernährungsflüssigkeit circulirt, hängen meist verschieden gestaltete, durch Knospung gebildete Individuen, bald in Gruppen vertheilt, bald mehr gemeinsam. Stets ausgebildet sind Nährthiere; keulenförmige Polypen ohne Arme, nur zuweilen mit etwas ausgezacktem Mundrande und centraler Verdauungshöhle, die durch einen Stiel sich in die Höhle des Stammes fortsetzt. Meist haben diese Nährthiere mit sehr complicirt gebildeten Nesselkapseln besetzte Fangfäden. Zuweilen findet sich, wie bei der Segelqualle (Velella cyanea, Taf. 33, Fig. 5), auf der untern Fläche ein großer Nährpolyp im Mittelpunkte, umgeben von vielen kleinern. Eine zweite Klasse von Individuen bilden die Bewegungsthiere, gewöhnlich in Gestalt von Glocken mit Radialkanälen, Schwimmhaut, aber stets ohne Randkörper, die bald reihenweise, bald nur paarweise am vordern Ende des Stammes stehen. Bei der abgebildeten Art aus dem Mittelmeere, wo dieses der Fall ist (Praya diphyes, Fig. 1), hat zugleich jede am Stamme befestigte Gruppe noch eine besondere Schwimmglocke. Zuweilen gibt es statt dieser Bewegungsindividuen nur hydrostatische Apparate, wie bei den Segelquallen oder den so furchtbar nesselnden Seeblasen (Physalia utriculus, Fig. 2) aus dem südlichen Theile des Oceans. Die Geschlechtsthiere endlich können sehr verschieden gestaltet sein. Sie können Knospen, Bäumchen u. s. w. vorstellen, welche sich nicht vom Stamme lösen oder so als Individuen organisirt sind, daß sie förmliche Medusen darstellen mit Glocke, Radialkanälen und Geschlechtsorganen. Alle diese Knospen sind eingeschlechtig, niemals hermaphroditisch, und zuweilen ist auch die ganze Colonie nur einen Geschlechts. Die Geschlechtsknospen sitzen bald isolirt am Stamm, bald mit den Nährindividuen in einer Gruppe, bald selbst auf dem Stiel der letztern. Außerdem kommen noch verkümmerte Individuen vor, als polypenähnliche Taster ohne Mund, als knorpelige Deckstücke u. s. w., sodaß die Mannichfaltigkeit der Bildung und Zusammensetzung sehr groß ist.

Die Thierstöcke, welche fast nur in südlichen Meeren vorkommen, sind das reizend Schönste, was man sehen kann. Sie entwickeln sich aus Eiern, in welchen sehr bald nach der ersten Anlage des Individuums eine Knospung weitere Vermehrung und Differenzirung bedingt.

Wir haben aus den verschiedenen Familien drei Haupttypen abgebildet: die Segelqualle (Velella cyanea, Fig. 3 von oben; Fig. 4 von der Seite; Fig. 5 von unten). Die Grundlage, auf deren Unterseite viele verkümmerte Individuen als Tentakeln am Rande, ein großes Nährthier in der Mitte und darum herum kleinere Nährthiere mit Geschlechtsknospen an den Stielen sitzen, besteht aus einem knorpeligen Gerüste mit Luftkammern, auf welchem schief eine dreieckige

steife Lamelle steht. Die Seeblase (Physalia utriculus, Fig. 2), das Kriegsschiff der Matrosen, in tropischen Meeren mit einer großen, einem Weinschlauche ähnlichen Luftblase ohne Schwimmglocken; endlich eine Doppelqualle (Praya diphyes, Fig. 1) mit zwei Colonialschwimmblasen am Ende und Gruppen mit Schwimmblasen und helmartigen Deckstücken an dem langen contractilen Stamme.

Ordnung der Quallen (Medusida).

Polypen festsitzend, Medusen schwimmend; erstere meist Stöcke bildend, letztere freie Einzelthiere.

Die Fortpflanzungsverhältnisse namentlich sind äußerst vielgestaltig in dieser Ordnung, und zwar kann man dieselben sich etwa in folgender Weise ordnen:

1) Gibt es eine Anzahl von Wesen, welche sich ohne Zwischengeneration direct in derselben Form fortpflanzen.

Bei einigen Medusen geschieht dies auf geschlechtlichem Wege. Die Eier entwickeln sich, erhalten einen Flimmerüberzug, schwärmen als Larven ein wenig umher, bilden den Schirm und die übrigen Organe aus und werden den Aeltern ähnliche Medusen.

Aehnliches geschieht bei manchen Polypenformen. Das mit einem Flimmerüberzuge ausgeschwärmte Ei (Planula) setzt sich fest, öffnet die Verdauungshöhle und läßt die Arme sprossen.

Die directe Fortpflanzung kann auch als Knospung vor sich gehen. An den Darmgefäßröhren der Qualle, sei es am Rande des Schirms (Taf. 33, Fig. 12: Sarsia prolifera), an den Radiärkanälen, an den Magen, den Kanälen des Magenstiels u. s. w., entstehen Knospen, welche anfänglich einer Beule gleichen. In derselben ist als Fortsetzung der Darmgefäßhöhle der Mutter eine Höhle, die sich zum Magen der Knospe umgestaltet. Diese öffnet sich durch Vorsprossung der Arme, Ausbildung des Schirms, und hängt schließlich nur noch mit der Spitze der Schirmwölbung an dem Mutterthiere fest, von dem sie sich löslöst. Die Knospe ist der Mutter ähnlich, nur in einem Falle hat man bisjetzt Knospen beobachtet, die der Mutter unähnlich sind.

Die Knospung bei den Polypen findet in derselben Weise statt, wie bei den Armpolypen, meist aber bleiben die gleichgestalteten Knospen sitzen, sodaß Stöcke gebildet werden.

In seltenen Fällen vermehren sich Quallen und Polypen durch Theilung.

2) Meistens pflanzen sich die Thiere in der Art fort, daß zwei Formen miteinander abwechseln; die Quallenform und die Polypenform. Wir geben, um diesen Wechsel verständlich zu machen, den Entwickelungsgang der in der Nord- und Ostsee häufigen Ohrenqualle (Aurelia aurita, Fig. 9).

Die Quallen sind getrennten Geschlechts, ihre Eier entwickeln sich in besondern Bruttaschen. Nachdem sie den Furchungsproceß durchlaufen haben, bilden sie sich zu einem ovalen infusorienartigen Wesen um, das an dem vordern dickern Ende eine seichte Grube besitzt und einen Ueberzug von Flimmerhaaren hat. In diesem Zustande verlassen die Jungen die Bruttaschen und schwimmen frei in dem Wasser umher, setzen sich aber nach einiger Zeit mit der bemerkten Grube fest und geben nun weitere Veränderungen ein. Sie werden cylindrisch, das freie Ende wulstet sich auf und läßt bald in der Mitte die runde Mundöffnung erkennen. Später zeigen sich um diese Mundöffnung zwei, dann vier, dann acht kurze Fortsätze, sodaß das Thier etwa die Gestalt einer Kurbel hat, die mit ihrem freien gezahnten Ende ein Kammrad bewegt. Die Fortsätze wachsen allmählich zu langen Armen aus und nun ist das Thier ein vollkommener Armpolyp von großer Gefräßigkeit, der mit seinem stumpfen Ende festsitzt und sein Leben eine Zeit lang in diesem Zustande fortsetzt, um später durch Knospung wieder Ohrenquallen zu erzeugen. Diese Medusenzeugung geschieht aber gerade bei der Aurelia in der Art, daß sich am vordern Ende ein Segment quer abschnürt, dessen Rand sich einkerbt. Während hinter dem zuerst gebildeten Segmente ein zweites, drittes und so fort sich bildet, wächst das Ganze zusehends und stellt nun einen stets dicker werdenden Zapfen dar, der aus einer Menge von schüsselförmigen Scheiben besteht, deren Kerben in Fortsätze auswachsen und sich so schon als junge Medusen darstellen. Man hat diese Zapfen Strobila genannt. Sobald eine Medusе reif geworden ist, läßt sie sich los und schwimmt in noch nicht vollständig ausgebildeter Form als Qualle davon.

Bei einigen ähnlichen Gattungen, wo ebenfalls ein nackter, dem Süßwasserpolypen ähnlicher Polyp entsteht, sprossen die jungen Medusen nicht in der Achse des Polypenkörpers, sondern zur Seite hervor; die Polypen bleiben aber auch hier einfach; die entstehenden Medusen gehören den höhern Formen an.

In den meisten Fällen aber bilden die Polypen Colonien, die sich durch Sprossung festsitzender Knospen vergrößern und von Zeit zu Zeit Medusen ebenfalls durch Knospung hervorbringen, die aber dann meist den niedern Quallenformen angehören. Diese Polypen sind bald nackt, bald mit zarthäutigen Röhren umgeben, bald finden sich, wie bei der abgebildeten Art, dem Glockenpolypen (Campanularia dichotoma, Fig. 6), Becherzellen an den Aesten der Stämme, in welche die Thiere sich zurückziehen können. Bei den nackten oder röhrigen Polypen entstehen die Medusen als freie Knospen und Geschlechtsthiere; bei den Glockenpolypen werden häufig sogenannte Bruttkapseln gebildet, d. h. verkümmerte Individuen ohne Darm, in welchen aber Eier oder Samen sich erzeugen und in denen auch die Quallen sich so weit entwickeln, daß sie als solche fortleben können.

Die Quallen selbst, die so ungemein zahlreich in Arten und Gattungen sind und in oft ungeheuren Massen im Meere sich finden, lassen sich bei weitem noch nicht alle auf ihre Polypenform zurückführen und müssen deshalb besonders behandelt werden.

Unterordnung der Lappenquallen (Acraspeda).

Der Rand des Schirms ist durch Einschnitte in Lappen getheilt. Die gefärbten Randkörper (Sinnesorgane) liegen unter den sondern Läppchen. Von der Mitte der untern Schirmfläche hängt ein Magenstiel herab, der die Verdauungshöhle enthält. Der Mund ist meist von armartigen Verlängerungen umgeben. Die Geschlechtstheile bilden meist lebhaft gefärbte Kraufen, die in besondern Aushöhlungen (meist vier) zwischen den Mundarmen an der Unterfläche der Scheibe angebracht sind. Die Glocke zieht sich durch ringförmig angebrachte starke Muskelfasern zusammen. Sie entstehen meist aus Einzelpolypen; einige pflanzen sich ohne Zwischengeneration fort.

Man hat mehrere Familien unterschieden, auf die wir nicht näher eingehen können. Zu dieser Gruppe

ornblumenquallen (Cyanea chrysaora, 21) und die Ohrquallen (Aurelia aurita, g. 9) beide häufig in nordischen Meeren. esondere Stellung nehmen die in südlichen gen Wurzelquallen ein (Rhizostoma Cu-, Fig. 22), bei welchen von der im Stiele Magenhöhle wieder verästelte Kanäle aus-auf der Spitze der Arme mit sehr feinen sich öffnen.

ung der Einquallen (Haplomorpha).

nd der Glocke ist ganz, aber meist eln und wie bei den folgenden mit Randkörpern ohne Bedeckung und e besetzt. Am Rande der Glocke übergespannte, in der Mitte durchmbran (Velum). Geschlechtsorgane ndkanälen oder dem Magen. Sie sich alle ohne Zwischengeneration iernden Larven.

die Thiere dieser Abtheilung in der Ordnehr mit der folgenden Unterordnung überschließen sie sich durch die Fortpflanzung ie vorhergehende an. Die Glocke ist meist d fest; die Farben wenig vorstechend. Hier Mittelmeere die Rüsselqualle (Geryonia is, Taf. 33, Fig. 10) die sich durch den stielrsprung der Scheibe auszeichnet, der am ganz kleinen Magensack trägt, in dem ein er Vorsprung sich findet und von welchem kanäle längs des Stiels zur Scheibe gehen.

nung der Nacktaugen (Craspedota).

rper stets farblos, meist unregelertheilt, oft ganz fehlend. Velum ickelt. Geschlechtsorgane an den Rale, am Rande, am Magen. Häufige g. Entwickeln sich alle mit Zwischenon von meist-geselligen Polypen und en- oder Axillarknospen derselben. eist sehr tief, becherförmig.

ben eine der gewöhnlichsten Polypenformen (Glockenpolyp, Campanularia dichotoma, Fig. 6). Unter den durch Knospung entQuallen hat man eine Menge von Gattungen lien unterschieden. Wir bilden einige Arten ste (Sarsia prolifera, Fig. 12) zeichnet den ungemein verlängerten Magen aus, e ein Schwengel in der Glocke hängt, sowie Umstand, daß sie Knospen am Rande er-einer andern ist im Gegentheil der Magen dicht mit den vier Gruppen der Genitalsetzt (Bougainvillia britannica, Fig. 8); bei en liegen die Geschlechtsorgane im Gegen-en Radialkanälen, und zwar an deren Ende sis diademata, Fig. 11).

lasse der Korallenthiere (Anthozoa).
(Tafel 32, Figur 11 bis 18.)

gefäßler mit differenzirtem Magen-durch Spalten mit den Ernährungscommunicirt. Die den Magensack ide Höhle durch strahlig gestellte wände, an welchen sich die Geschlechtsentwickeln, in Kammern getheilt.

orallenthiere bilden eine nach höchst einfachem nd in sehr übereinstimmenden Formen entwickelte Klasse, die sich durch den cylindrischen Körper, den in der Mitte eines meist stimmerlosen Fühlerkranzes stehenden Mund und die mit eigenen Wänden versehene Verdauungshöhle, welche nach hinten sich in die Verdauungshöhle öffnet, durch die innern Geschlechtstheile, die in bandartigen Streifen auf den Scheidewänden der Kammern angelagert sind, und durch die meist außerordentlich entwickelten hornigen oder kalkigen Korallenstöcke, welche ihren gemeinschaftlichen Colonien als Boden und Umhüllung dienen, vor allen übrigen Thieren auszeichnen. Wir können die Thiere, welche diese Colonien bewohnen oder selbständig sind, als Polypen bezeichnen.

Die äußere Haut der Polypen ist bei denjenigen Thieren, welche in Korallenstöcken hausen und sich in eine schützende Röhre zurückziehen können, äußerst weich und zart und nur in höchst seltenen, vielleicht noch der Bestätigung bedürfenden Fällen dürftig mit feinen Wimperhaaren besetzt. Bei den nackten Polypen erlangt die Haut, besonders am Leibe, eine lederartige Festigkeit und bildet einen unten geschlossenen Sack, in welchen die Fühler oder Tentakeln zurückgezogen werden können. In der Haut oder den Fühlern, zuweilen selbst in innern Organen finden sich stets Nesselorgane, glashelle Bläschen, welche nebst einem langen Spiralfaden eine ätzende Flüssigkeit hervorschnellen, die ein Brennen auf der Haut erzeugt.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint die Bildung der kalkigen Korallenstöcke, welche besonders in südlichen Meeren feste Massen von bedeutender Größe und Härte bilden, während in nördlichen Breiten hauptsächlich nur nackte oder mit schwammartigen Stöcken versehene Polypen vorkommen. Untersucht man die chemische Zusammensetzung dieser Polypenstöcke, so findet man, daß sie größtentheils aus reinem kohlensauren Kalke bestehen, dem oft etwas kohlensaure Talkerde beigemischt ist. Nur bei wenigen Gattungen erscheinen sie hornig.

Untersucht man die Polypenstöcke näher, so sieht man, daß auch in den zusammengesetztesten Colonien jedes Thier eine eigene Zelle hat, welche sich nach unten zur Röhre verlängert und sich in gemeinschaftliche Kanäle fortsetzt, die ein Röhrensystem bilden, das mit der verlängerten Leibeshöhle eines jeden Individuums zusammenhängt. Bei den todten und fossilen Polypenstöcken, bei welchen die organische Substanz verschwunden ist, kann man diese Disposition der gemeinschaftlichen Kanäle noch sehr wohl verfolgen. Bei vielen Polypen fließen indeß die Röhren und Zellen, welche den einzelnen Thieren angehören, mehr oder minder ineinander über oder werden durch dazwischen entwickelte Substanz in solcher Weise ineinander verschmolzen, daß manchmal die Unterscheidung jeder einzelnen Zelle schwierig wird. Mag auch die Gestalt des Polypenstocks selbst sein, welche sie wolle, so zeigen doch die Zellen stets eine einfache, runde oder strahlige Gestalt und wiederholen in dieser Weise den Typus, nach welchem der ganze Leib des Thiers gebaut ist.

Die Bildung eines Polypenstocks beginnt mit einer Incrustation desjenigen Körpers, auf welchem der junge Polyp sich festsetzt, ist also offenbar eine Ausschwitzung der Basis des Polypenleibes. Man hat diese Ausschwitzung das Fußblatt oder Oberhautblatt genannt, da sie sich gleichsam wie ein Blättchen Wachs an die Gegenstände anschmiegt, auf welchen sich der Polyp festsetzt. Häufig beschränkt sich dieses Fußblatt auf die beschriebene Ausdehnung, in andern Fällen erhebt es sich am Rande und umgibt wie ein dünnes Firnißblatt den untern Theil des Polypenstocks, zuweilen auch vergrößert sich dieses Fußblatt durch stets

neu aufgelegte Schichten in der Mitte, sodaß es anfangs eine kegelförmige Warze bildet, die nach und nach zu einem Stamme oder einem verästelten Baume auswächst. Auf diese Weise bildet sich das Fußblatt bei einigen Familien, wie namentlich bei dem echten Korall, zu einer innern Achse aus, die durchaus keine Zellen enthält und um welche herum die gemeinschaftliche Masse ergossen ist, in deren Zellen die einzelnen Polypen sitzen und welche von den gemeinschaftlichen Kanälen durchzogen ist. Diese Achsenstöcke wachsen stets wie alle Fußblätter durch Auflage neuer Schichten auf der den Polypen zugewandten Seite.

Die Bildung von Kalkzellen, in welchen die Polypen stecken, ist verwickelter. In manchen Fällen bilden sich keine zusammenhängenden Kalkmassen, sondern nur einzelne, meist warzig krystallinische Kalknadeln (Spicula), sodaß die verkalkende Haut, (Sklerenchym) unter dem Messer knirscht (Alcyonium). In den meisten Fällen aber schießen diese Kalkbildungen zusammen und stellen nun den Korallenstock vor, in dessen Kalkzellen, die aber von Haut überzogen sind, die Polypen sitzen und sich zurückziehen können. Von diesen Kalkzellen aus ziehen die von dem Entoderm der Polypen ausgekleideten Ernährungsröhren durch den Korallenstock.

Als äußere Schicht der einzelnen Polypenzellen kann man in den meisten Fällen ein Kalkblatt unterscheiden, welches das Resultat der Versteinerung der äußersten Hautschicht des Thiers ist. Meist bildet dieses Blatt eine kegelförmige Dute oder ein längeres Rohr, nur zuweilen, wie bei den Orgelkorallen, constituirt es für sich allein die röhrenförmige Zelle der Polypen. Man hat dieses Blatt, welches meistens an der Basis der Polypenstöcke und als Umhüllung der einzelnen Zellen sich bemerkbar macht, das Mauerblatt genannt. Durch Vereinigung und Verschmelzung der Mauerblätter auf ihrer äußern Seite und durch Verdickung ihrer Masse bildet sich jene Zwischensubstanz, welche besonders bei den schwammigen Polypenstöcken die einzelnen Zellen miteinander verbindet.

Schon in der Charakteristik der Thierklasse bemerkten wir, daß die innern Geschlechtstheile der Polypen in krausen, bandartigen Streifen angeordnet seien, welche stets eine strahlige Gruppirung um den Magensack und tiefer hinab darböten. Die Versteinerung dieser hautartigen Falten, welche in das Innere der Leibeshöhle hineinragen, bildet nun die Strahlen, die wir meist in den Zellen der Polypenstöcke erblicken. Es entwickeln sich diese Strahlen von außen nach innen, entsprechend den häutigen Falten und Geschlechtskrausen, welche bald weniger, bald mehr vorspringen. So sieht man denn in den Zellen der Polypenstöcke zuweilen nur kurze Blätterstrahlen, die den Rand der geräumigen Zellenhöhle zacken, während in den meisten Fällen wenigstens die Hauptstrahlen in der Mitte sich treffen und zu einer Säule zusammenschmelzen, die bald aus den gewundenen Blättern der einzelnen Strahlen, bald aus einer schwammigen Zusammenschmelzung derselben besteht. Zuweilen wächst die Säule, welche die Achse der Zelle einnimmt, sich verlängernd fort, während die Scheidewände oder Strahlen in ihrem Wachsthum zurückbleiben. Die Säule bildet dann ein mittleres unabhängiges Stäbchen im Centrum der strahligen Zelle. Meistens wachsen auch von der Säule aus den Strahlen correspondirende Blätter entgegen, welche eine innere Krone bilden, deren nach der Peripherie gewendete Zacken bald frei bleiben, bald sich mit den von der Mauer aus hereinwachsenden Strahlen verbinden. An den Stellen, wo die Strahlen oder diese Kronenblätter das äußere Mauerblatt erreichen, wird dieses oft durchbrochen, sodaß die Strahlen sich über die Umgebung der Zelle hinaus fortsetzen.

In Beziehung auf die Anordnung, Gruppirung und relative Ausbildung aller Theile, welche einen Polypenstock und dessen Zellen bilden helfen, herrscht eine sehr große Mannichfaltigkeit, auf die wir nicht näher eingehen können.

Von eigentlichen Bewegungsorganen kann bei den festsitzenden Polypen nicht wohl die Rede sein, und auch diejenigen freien Stöcke, welche im Sande oder im Schlamme stecken, und diejenigen, welche im Meere schwimmen, entbehren jeglichen differenzirten Bewegungsorgans. Nur die freien Einzelpolypen, wie die Seeanemonen, besitzen einen breiten, scheibenförmigen Fuß, mit welchem sie sich ansaugen und hin- und hergleiten können. Wohl aber besitzen die Polypen einestheils ein sehr ausgebildetes Fasergewebe, das ihre einzelnen Leibestheile zusammenzieht und andererseits einziehbare Tentakeln, welche eine große Bewegbarkeit besitzen. Bei allen Polypen ohne Ausnahme steht die Höhlung der Tentakeln in Verbindung mit der Leibeshöhle, und die Entfaltung scheint zum Theil dadurch bewirkt zu werden, daß von der Leibeshöhle aus Flüssigkeit in ihre Höhlung eingepreßt wird.

Obgleich die Polypen namentlich in den Fühlern eine große Empfindlichkeit zeigen, so ist es doch noch nicht gelungen, Nerven oder Sinnesorgane bei ihnen wahrzunehmen. Auch die Verdauungsorgane stehen auf einer sehr niedern Stufe der Entwickelung. Der runde, zuweilen auf einem Knopfe in der Mitte der Fühler angebrachte Mund führt in eine weite Magentasche, welche sich nach hinten frei durch offene Spalten in die Darmgefäßhöhle öffnet, sodaß Wasser und Nahrungsstoffe gemeinschaftlich durch diese hintern Oeffnungen in diese Höhle übergehen. Diese ist durch häutige Blätter, welche in dem untern Theile meist nach innen zu frei sind, oben sich an die Magenwandung ansetzen und auf ihrem freien gekrausten Rande die männlichen oder weiblichen Geschlechtsorgane tragen, in eine große Anzahl von Taschen oder Kammern zerfällt. Bei den gemeinschaftlich lebenden Polypen geht die Darmgefäßhöhle, in welcher der Nahrungssaft mit Wasser vermischt beständig hin- und hercirculirt, in ein Netz von Gefäßen über, welches sich in der gemeinschaftlichen Masse des Polypenstockes hinzieht und mit allen übrigen Polypen in directer Communication steht. Der Strom der Flüssigkeit, welcher durch diese Gefäße läuft, wird durch zarte flimmernde Wimpern bedingt und geht an der einen Seite der Fühler bis an deren Spitze, um auf der andern Seite wieder hinabzugleiten. Da die Polypen die Oeffnungen der Magenhöhle gegen die Darmgefäßhöhle hin nach Belieben durch Zusammenziehung schließen können, so hängt es auch von ihrem Willen ab, welche Stoffe sie in die Leibeshöhle übertreiben, welche durch den Mund wieder auswerfen wollen.

Von besondern Athmungs- und Kreislauforganen kann keine Rede sein.

Die Geschlechter sind meist getrennt; bei den stockbildenden Korallen kommen sowol eingeschlechtige Stöcke als auch solche vor, wo ein ganzer Stock männlich, ein anderer weiblich ist. Nur bei wenigen Arten kommen außer geschlechtlichen Polypen solche vor, die nur zur Ernährung bestimmt scheinen. Die Eier und Samen entwickeln sich in dem Ueberzuge der Scheidewände, treten dann in den Darmgefäßraum über und werden durch den Mund ausgeworfen. Die aus den hüllenlosen Eiern unmittelbar entstehenden Jungen sind meist höchst einfache Wesen, aus einem doppelschichtigen Zellenkörper zusammengesetzt, der überall mit flimmer-

:t ist und wie ein Infusorium im Wasser Diese Larvenform (Planula genannt) setzt st; der Mund bricht durch, die Tentakeln ei den meisten Actinien aber entwickelt ige im Darmgefäßraume bis zur Bildung en Anzahl von Fühlern. Bei diesen ist ioch besonders bemerkenswerth, daß die eisordnung der Fühler sich erst secundär lateral-symmetrischen entwickelt.

lechtliche Vermehrung findet durch ig und Knospung statt. Bei der erstern tren- e Individuen selten ganz; meist bleiben er minder vereinigt, zuweilen so, daß sie e Mundöffnungen besitzen. Die Knospung äußerliche, nach sehr wechselnden Normen, urch Ausläufer oder Stolonen (Zoanthus), Knospen aus der Basis oder der Seiten- nzelnen Polypen. Je nach der mehr oder mmten Norm, in welcher die Knospen ent- mit dem Mutterthiere in Verbindung blei- sich die verschiedenen Formen der Koral- , feder-, baum-, rosen-, schwammförmige

llenthiere ohne Ausnahme leben im Meere ie beweglichsten schwimmend (Arachnactis); ihrer Basis im Schlamme steckend, andere Fuße an dem Boden festgesogen, festge- unfähig, je den Ort zu ändern. Diese en besonders Veranlassung zu jenen Bil- lche in den südlichen Meeren unter dem Korallenriffe bekannt sind. In den breiten sind es hauptsächlich nackte und ge- lypen, Seeanemonen, welche die Klasse re- In den Meeren der gemäßigten Zone neben den nackten Polypen noch solche mit n Polypenstöcken, in welchen Kalknadeln d. Erst in dem Mittelmeere kommen wahre le vor, die indeß nur rasenförmige Aus- bilden. Die eigentliche Zone der Korallen- t am 30. Grade nördlicher Breite und hört unterhalb des 25. Grades südlicher Breite sie also eine Art Gürtel um die Erde ch innerhalb einer Temperatur von 20 Grad . Felsboden begünstigt besonders ihre Ent- während Schlamm und Sand ihnen hinder- In der genannten Ausdehnung aber sind Strecken von den Productionen der Poly- kt, und wenn man die Geschichte der Erde sucht, so findet man, daß früher die Ko- und ihre Riffe eine weit größere Ausdeh- zen und daß mächtige Gebirgszüge zum il von ihnen auferbaut sind.

lerscheidet jetzt der Form nach drei verschie- von Korallenriffen. Die Atolls oder riffe bestehen aus einem schmalen, mehr er regelmäßig gekrümmten Streifen festen r einen innern See, eine Lagune umschließt dten zerbröckelten Korallenmassen besteht, die and wieder verkittet und in einen frucht- en verwandelt sind, welcher kaum über das eau hervorragt und meist zuerst mit Kokos- b bepflanzt. Zuweilen ist die Lagune in eines solchen Atolls gänzlich abgeschlossen See, die außen brandet; meist aber zeigt sie mehrere Einschnitte, durch welche das Wasser e mit dem Meere in Verbindung steht. Die Lagunen ist meist nicht bedeutend, höchstens Faden, und bietet einen sichern Ankergrund. ne selbst ist ein wahrer Sammelplatz von a und schwimmenden Seethieren aller Art, welche sich hierher vor der Brandung und der Strömung des freien Meeres flüchten. Nach außen hin findet sich meist schon in geringer Entfernung von dem Riffe eine bedeutende Tiefe, sodaß dieses eine fast senkrecht aus der Tiefe aufsteigende Mauer bildet. Die Dammriffe unterscheiden sich nur dadurch von den Atolls, daß im Innern der Lagune sich eine Insel aus anstehenden Felsen und festem Lande befindet, welche, wie durch einen Festungsgraben, durch einen mehr oder minder breiten Lagunenkanal von dem wie ein Gürtel sie umgebenden Riffe getrennt ist. Dieser Lagunenkanal ist meist nur von geringer Tiefe, zuweilen aber von sehr bedeutender Breite, und die Dammriffe, welche gürtelförmig das Land umziehen und den Lagunenkanal von der See abscheiden, besitzen oft eine ungeheuere Ausdehnung. So hat das Dammriff, das sich an der Küste von Neucaledonien findet, eine Länge von 400 englischen Meilen, und dasjenige der australischen Küste erstreckt sich mit geringen Unterbrechungen durch etwa 15 Breitengrade. Endlich die dritte Art von Riffen wird durch die sogenannten Küstenriffe gebildet, welche sich nur dadurch von den Dammriffen unterscheiden, daß sich zwischen ihnen und dem festen Lande kein Lagunenkanal hinzieht, sondern daß sie sich unmittelbar an die Küsten anlehnen.

Die Nahrung besteht bei den größern Arten aus Thieren, die sie erhaschen; in den Aquarien aus Fleisch; bei den kleinern Arten aus kleinen thierischen und pflanzlichen Partikelchen, welche durch die Strömung ihnen zugeführt werden. Das Entfalten und Schließen ihrer Arme, wie überhaupt ihre ganzen Lebenserscheinungen, sind meist äußerst träge; doch bemerkt man deutlich Empfindlichkeit gegen das Licht und gegen Berührungen oder Wasserströmungen, welche plötzliches Zurückziehen in die Zelle verursachen. Die Korallenstöcke selbst dienen einer Unzahl von Muscheln, Schnecken, Würmern und Fischen zum Wohnort und Schlupfwinkel, und viele dieser Thiere nähren sich auch von den Polypen, indem sie dieselben mit ihren scharfen Zungen und Kiefern abkratzen oder auch die Zellen selbst zwischen den Zähnen zermalmen. Die Korallenstöcke werden zu Schmuck verarbeitet oder zu Kalk gebrannt und als Baumaterial benutzt.

Ordnung der Achtstrahler (Octactinia).

Acht gefiederte Tentakeln.

Unter der großen Anzahl von Familien heben wir nur einige hervor. Die Seefedern (Pennatulida) sind nicht angewachsen, sondern schwimmen oder stecken mit dem polypenlosen Ende des Stammes im Sand oder Schlamm. Bei der abgebildeten, im Mittelmeere nicht seltenen Art (Seegurke, Veretillum cynomorium, Taf. 32, Fig. 14) stehen die Polypen unregelmäßig auf dem halbweichen Stamm; bei andern, den Seefedern, in Reihen, bald im Kreise wie auf einer Dolde. Der Polypenstock ist biegsam. Bei den Rindenkorallen (Gorgonida) besteht ein festes Achsenskelet, bald hornig (Gorgonia), bald abwechselnd aus hornigen und kalkigen Gliedern zusammengesetzt (Isis), bald kalkig (Corallium). Die Rinde, in deren Zellen die Thiere stecken, enthält die gemeinsamen Kanäle und Höhlungen. Hierher gehört die Edelkoralle (Corallium rubrum) mit rothem, dichtem Achsenskelet aus Kalk, die als Schmuck verarbeitet wird. Wir bilden Fig. 12 einen ganzen Polypenstock, Fig. 13 einige Polypen vergrößert ab. Ihre Heimat ist das Mittelmeer, wo sie besonders an der afrikanischen Küste in Riffen und Spalten der Felsen wächst und mit eigenen Instru-

menten und Schleppnetzen abgerissen wird, was stets eine langwierige Operation ist, da sie sich bis in eine Tiefe von 700 Fußen anbaut und die größten Stöcke meist nur in dunkeln seitlichen Spalten der Felsen sich finden. Der Fang beschäftigt 2—300 kleine Schiffe, mit einem jährlichen Umschlag von etwa 2 Millionen Franken.

Zu derselben Ordnung gehören noch die Seekerke (Alcyonida) mit fleischigem Polypenstocke, in welchem Kalkspicula zerstreut sind, und die Orgelkorallen (Fubiporida) mit röhrenförmigen Zellen ohne Längsscheidewände.

Ordnung der Sechsstrahler (Hexactinia oder Zoantharia).

Sechs oder mehr Tentakeln, die meist einfach sind.

Eine Gruppe (Antipatharia) gleicht durchaus den Rindenkorallen. Die Achse ist hornig oder kieselig. Eine zweite große Gruppe ist diejenige der Seeanemonen (Malacodermata oder Actinida) oder Meernesseln. In ausgedehntem Zustande bildet der Körper dieser Polypen stets einen auf beiden Seiten abgestutzten Cylinder von größerer oder geringerer Höhe. Die untere Fläche des Cylinders wird von einer Saugscheibe gebildet, womit sie sich so fest an Steine, Felsen, Muscheln festsaugen, daß es oft kaum möglich ist, sie ohne Zerreißung loszutrennen. Am besten gelingt dies noch durch das Unterschieben einer dünnen breiten Klinge. Sie kriechen langsam mittels ihrer Saugscheiben fort und halten sich besonders gern in geringer Tiefe auf. In solchen Meeren, welche bedeutende Ebbe und Flut haben, wohnen viele Arten vorzugsweise an der Grenze der letztern in Wassertümpeln, die auf den Felsen zurückbleiben. Die Fühler sind äußerst verschieden gestaltet und gestellt; bald in einer, bald in vielfachen Reihen, in einfachem Kreise oder auf einem fünflappigen ausstülpbaren Sterne. Bei den einen sind sie sehr lang, dünn und wurmförmig, bei andern kurz und dick, bei einigen verästelt und ausgezackt. Die Meernesseln sind äußerst gefräßige Thiere, welche von Muscheln, Schnecken und Krustenthieren leben, deren im Magen ausgesogene Schalen durch den Mund wieder ausgeworfen werden, was oft mit so vieler Energie geschieht, daß der ganze, weite, faltige Magensack aus dem Munde hervorgestülpt wird. Bei der Berührung ziehen sie sich mit großer Lebhaftigkeit zusammen und speien das im Innern enthaltene Wasser durch den Mund oder durch eigene Oeffnungen an dem Grunde der Tentakel aus. Sie prangen meist in den lebhaftesten Farben, und besonders zeichnen sich die Fühler durch brennende Tinten aus. Sie haben ein äußerst zähes Leben und lassen sich jahrelang in Aquarien halten. Wir bilden eine Art mit zackigen Fühlern (Phyllactis praetexta, Taf. 32, Fig. 15), eine andere mit blumenblattähnlichen Tentakeln (Seeanemone, Actinoloba dianthus, Fig. 16) und eine Art mit runden Fühlern ab, die auch noch dadurch ausgezeichnet ist, daß ihr die Fußscheibe fehlt (Edwardsia callimorpha, Fig. 17).

Die zahlreichste Gruppe wird von den stockbildenden Korallen (Zoantharia sclerodermica) gebildet. Bei ihnen findet sich stets ein verkalktes Skelet mit mehr oder minder verkalkten Scheidewänden der Kammern; sie sind es, welche die Riffe bauen und durch die Erhaltung ihrer Korallenstöcke ein wesentliches Moment in der Geschichte der Erde darstellen. Man hat je nach der Bildung der Kelche mit oder ohne Querböden, äußere Poren oder ganze Umwallungen u. s. w. eine Menge von Familien unterschieden, [illegible] weiter eingehen können. Wir bilden [illegible] ßen Gruppe eine baumartig verzweigte [illegible] im Mittelmeere kleine Rasen bildet, [illegible] Dendrophylliarama, Fig. 18), [illegible] der Südsee, die große Massen bildet, [illegible] durch unvollkommene Theilung der [illegible] dividuen die Zellen in mäandrisch [illegible] verschmolzen sind (Windungsk[illegible] cerebriformis, Fig. 11).

Klasse der Schwämme (Porifera).

(Tafel 33, Figur 22.)

Festsitzende Individuen [illegible] aus einfachen Zellgebilden [illegible] aus Horn-, Kalk- oder Kieselsk[illegible] detes, ursprünglich aus Fasern [illegible] bestehendes Skelet ausscheiden [illegible] stem innerer Höhlen ausführ[illegible] einer Mündung zusammensetzen.

Der lebenden Grundsubstanz wegen [illegible] fach gebildet ist, wurden die Schw[illegible] Urthieren oder selbst den Pflanzen [illegible] ster Zeit hat Häckel sehr wahrscheinl[illegible] sie den Darmgefäßlern zuzuzählen sind [illegible] jetzt noch gewichtige Bedenken entge[illegible] wir sie diesen an.

Die ursprüngliche embryonale Form [illegible] mes besteht aus einem Wesen, dessen [illegible] Zellenschichten, Ectoderm und Entod[illegible] setzt ist und an einem Ende eine Ö[illegible] in eine innere Blindsackhöhle führt. [illegible] Grundform, von welcher noch andere [illegible] gehen, Gastrula genannt und die Ö[illegible] wol morphologisch dem Munde entsp[illegible] später die Function einer Auswurfsö[illegible] als Osculum bezeichnet. Die Gastrula [illegible] Oberfläche Wimpern besitzt, setzt sich [illegible] welcher dem Osculum gegenübersteht, [illegible] aus der Centralhöhle seitliche Kanäle, [illegible] geöffnet, mit Wimperbesatz ausgeklei[illegible] welchen der Strom von außen nach [illegible] Kiesel- oder Hornnadeln des Skelets [illegible] aus und nun besteht ein solcher [illegible] aus einer Masse, auf deren Oberfl[illegible] Oeffnungen (Poren) sich befinden, [illegible] ein System verzweigter Röhren in [illegible] führt, die das Wasser mit den Nahr[illegible] die Porenröhren erhält und im Stro[illegible] culum austreibt. Oft bleiben die [illegible] Durch Knospung kann sich dieses ein[illegible] aber vervielfältigen, und diese Knospe[illegible] schiedene Verhältnisse. Bald sind [illegible] Individuen, die nur durch die Basis [illegible] bald mehr oder minder verschmolzen, [illegible] sten Graden der Verschmelzung sind [illegible] verschwunden und die ganze Colonie [illegible] Masse dar, mit zerstreuten Osculis [illegible] öffnungen, die durch ein höchst [illegible] von netzförmigen Kanälen zusammenh[illegible] abgebildeten, stabförmigen Art von K[illegible] (Axinella polypoides, Taf. 33, Fig. [illegible]

Die Zellen, welche die Gewebe [illegible] ben noch keine Zellhaut und sind [illegible] einander verbunden, daß sie ähnlich [illegible] Urthiere durch Bildung von Fortsätzen [illegible] und umherkriechen. Die Außenschicht [illegible] det meist eine zusammengeflossene [illegible] gewebe ohne Abgrenzung der Zellen.

erzieht, die höchst mannichfaltig durch
ımensetzung zu complicirten Gebilden und
d, sodaß z. B. die elegantesten Spitzen-
rch nachgeahmt werden (Euplectella). In
icht (Entoderm) erscheinen als besonders
Zellen mit langen Schwinghaaren (Geisel-
che oft die Kanäle ganz auskleiden,
besondern Erweiterungen, Geiselkammern,
nd. Die Innenzellen ernähren sich wie
em sie mit dem Wasserstrom eingeführte
hen aufnehmen. Die Fortpflanzung ge-
Eier- und Samenzellen, welche sich im
Gewebe bilden, sowie durch Keimkugeln
. Jedes Stück eines Schwammes kann
nem neuen Schwamm auswachsen.
ine ziemliche Anzahl von Ordnungen (neun),
er derselben Familien unterschieden, auf
t weiter eingehen können und wobei na-
Substanz (Fleischschwämme, Lederschwämme
Hornschwämme, Kalkschwämme) oder bei
wämmen die Anordnung der Nadeln und
naßgebend sind. Fast alle Schwämme le-
re; nur die Süßwasserschwämme (Spon-
ssen und Seen. Für die menschliche Oeko-
nur die Hornschwämme (Cerao spongiae)
ıng, welche die verschiedenen Arten von
men (Spongia officinalis) liefern. Die
ch solchen Badeschwämmen, die man durch
rch Netze oder selbst mit langen Dreizacken
wird besonders schwunghaft im Adriatischen
ttischen Meere, jetzt aber auch bei den Au-
ien.

Kreis der Urthiere.

(Protozoa.)

ste thierische Wesen ohne vollständig
rte Gewebe und Organe.

emein passende Charakteristik dieser Wesen
ım geben. Die niedersten sind nur belebte
Materie ohne irgendwelche bestimmte Be-
r stets wechselnden Form, ohne Ausscheи-
ller Gewebe oder Organe, während bei den
rdings sich schon vielfache Differenzirungen
n lassen, die indessen nie so weit gehen,
nderes Nervensystem, Sinnesorgane, Athem-
schlechtswerkzeuge u. s. w. zweifellos hinzu-
e Hauptmasse der Thiere, häufig sogar die
eht aus Sarkode, organischer, gleichförmiger
mehr oder weniger weich und flüssig oder
in welcher durch Körnchen sich innere Strö-
kennen lassen, während die äußere Form
wird. Bei den niedersten dieser Wesen muß
llig unentschieden lassen, ob man mit Pflan-
hieren zu thun hat, und in ihnen den ge-
chen Boden erkennen, von welchem aus sich
in ihren weitern Stufen getrennten Reiche
aben. Bei den höhern Protozoenen freilich,
rien, kann man wieder im Zweifel sein, ob
ht als niederste Entwickelungsstufe den Würm-
hen soll, da hier offenbar bedeutende innere
Differenzirungen statthaben, wodurch Be-
rtzeuge, Verdauungs- und Geschlechtsorgane
werden. Der Uebergänge von den niedern
usgebildeten Formen sind aber so viele, daß
hält, Scheidelinien zu ziehen.
sten Urthiere sind mikroskopisch und fallen
ungeheuere Massenanhäufung in das unbe-
luge.

Klasse der Infusionsthierchen (Infusoria).

(Tafel 33, Figur 13, 14, 16 bis 21.)

Körper von definirter Form aus zwei Schichten zusammengesetzt. Bewegungsorgane Geiseln, Wimpern oder Borsten.

Die Körperoberfläche der meisten Infusorien besteht aus einer festern Schicht der weichen, gelatinösen, mit Körnchen durchwebten Substanz, aus welcher ihr ganzer Organismus aufgebaut ist, und die wir unter dem Namen Sarkode kennen gelernt haben. Manchmal ist diese Hautschicht auf dem größten Theile des Körperumfangs oder selbst vollständig nackt, in den meisten Fällen jedoch stehen darauf Wimperhaare entweder zerstreut oder in regelmäßigen Reihen, besonders aber in häufiger Anzahl in der Umgebung des Mundes entwickelt und nach dem Willen des Thiers bewegt. Sie dienen entweder als Schwimmorgane oder zum Erregen von Strudeln und Wirbeln im Wasser, wodurch kleine Körperchen mit fortgerissen und dem Infusionsthierchen zugeführt werden. Bei einigen Gattungen bilden sich diese Wimperhaare zu beweglichen Borsten, Griffeln und Haken aus, sodaß bei den höchst organisirten Thieren dieser Klasse ziemlich verschiedene Arten von Bewegungsorganen vorkommen können. Bei andern finden sich statt der Wimpern undulirende Membranen oder auch lange Geiseln, die peitschenförmig hin- und herbewegt werden können. Außerdem stehen in der Hautschicht oft noch glashelle Stäbchen, welche einen steifen Faden ausstoßen (Trichocysten) und den Nesselzellen ähnlich sind. Durch chemische Mittel läßt sich bei den meisten noch eine structurlose Oberhautschicht (Cuticula) ablösen, die aber in andern Fällen deutlicher wird und dann sich zu einem Panzer gestaltet. Dieser ist oft nur eine einfache Gallerthülse, die ein einziges oder viele Individuen gemeinschaftlich umfaßt, bald eine mehr oder minder hornige Kapsel, die auf Wasserpflanzen festsitzt und in welche sich das Thier ganz oder theilweise zurückziehen kann. Bei den frei beweglichen Infusorien hat der hornige oder lederartige Panzer die Gestalt eines Schildchens, welches den Rücken deckt und meist mehr oder minder biegsam ist, oder die einer geschlossenen Büchse, die vorn eine Oeffnung besitzt; eine einzige Familie hat kieselige und unverbrennliche Panzer.

Man hat noch bei keinem Infusorium eine abgesonderte Nervenmasse oder Sinnesorgane wahrnehmen können. Zwar entdeckt man bei vielen derselben, und am häufigsten bei den niedrigsten Formen, einen meist hochroth gefärbten Fleck, der mit großer Sicherheit für ein Auge angesprochen wurde. Bei einigen Arten findet man auch zwei oder drei solcher Flecke; vergebens aber hat man in der Nähe dieser Pigmentflecke nach einer Nervenmasse oder auch nach einem lichtbrechenden Körper gesucht, und die Entdeckung, daß viele Pflanzensporen, deren Keimen und Auswachsen in Wasserfäden man später ganz sicher beobachtete, ebenfalls solche augenartige rothe Flecken hatten, bewies zur Genüge, daß hier von einem Auge keine Rede sein könne. Im Gegentheil dürfte man aus dem Vorkommen eines röthlichen runden Flecks bei bewegten Organismen von grüner Farbe eher auf die pflanzliche Natur schließen. Nichtsdestoweniger bemerkt man, daß alle, auch die vollkommen augenlosen Infusorien, wenigstens Licht und Dunkel sehr wohl empfinden, daß sie mit ihrer Körperoberfläche tasten und nicht ohne Auswahl Nahrung einnehmen.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe findet in sehr verschiedener Weise statt. Manche Infusorien entbehren gänzlich einer jeden Oeffnung an dem Körper, wodurch feste Stoffe eingeführt werden könnten. Die

Körpersubstanz ist indessen nicht so weich, wie bei den Rhizopoden, sodaß, wie bei diesen, durch Eindrücken in die Masse selbst die Aufnahme fremder Körper geschehen könnte. Die mundlosen Infusorien ernähren sich demnach nur durch Einsaugen flüssiger Stoffe in die gelatinöse Körpermasse. Oft sammeln sich diese Flüssigkeiten in blasenförmigen Räumen im Innern des Gewebes an, welche zwar später spurlos verschwinden, die man aber doch, einer verkehrten Ansicht zufolge, als ebenso viele Magenblasen betrachtet hat. — Diejenigen Infusorien, welche eine Mundöffnung besitzen, nähren sich besonders von festen Stoffen, mikroskopischen Thierchen und Pflanzen, die sie stets in der Nähe ihrer Wohnorte finden. Unschädliche aus dem Pflanzen- und Thierreiche entnommene Farbstoffe mit Karmin oder Indigo werden von den meisten Arten mit Leichtigkeit in großer Menge verschluckt, sodaß man nach einer solchen Mahlzeit die Farbstoffe im Innern des Körpers erblicken kann. Seit dem vorigen Jahrhundert schon hat man diese sinnreiche Fütterungsmethode der Infusorien benutzt, um über ihre innere Organisation Aufschlüsse zu erhalten. Der Mund der Infusorien befindet sich entweder am vordern Leibesende, wo er meist eine runde Oeffnung darstellt, oder auf der Bauchfläche mehr oder minder weit nach hinten gerückt in Gestalt einer ovalen oder selbst spiralig gewundenen Spalte. Er ist von wimpernden Lippen begrenzt, die in einzelnen Fällen selbst klappenartig verlängert sind und meist ein- und ausgestülpt werden können, sodaß der Mund oft nur im Acte des Fressens zur Anschauung kommt. Die Mundhöhle setzt sich trichterförmig nach innen fort und ist bei einigen wenigen Gattungen mit bornartigen Stäben bewaffnet, welche einen cylindrischen Korb, ganz ähnlich einer Fischreuße, bilden, der allerdings beim Fassen der Beute thätig ist. Im übrigen ist die Mundhöhle stets mit zarten Wimpern ausgekleidet, die sich auch durch den Schlund fortsetzen, der bald gerade, bald mehr oder minder gewunden in das weiche Parenchym des Körpers hineinragt. Kleine Nahrungspartikel werden durch den Strudel, den die Wimpern des Schlundes erregen, in eine rundliche Kugel zusammengeballt und diese Kugel zuletzt durch den Schlund in das nachgiebige Körpergewebe hineingepreßt. Starre Körper, wie namentlich Stücke mikroskopischer Pflanzen, werden sehr häufig in das Körpergewebe hineingetrieben und stecken dann an irgendeiner Stelle in der gallertartigen Substanz. Meist zeigt sich ein heller blasenartiger Hof um diese in das Körpergewebe hineingepreßten Nahrungsstoffe. Aufgenommene Flüssigkeiten bilden einen hellen blasenartigen Tropfen, und häufig gewahrt man, daß nahestehende Tropfen dieser Art ineinanderfließen; ein sicherer Beweis, daß sie nicht durch häutige Wände voneinander getrennt sind. Beim lebhaften Fressen von Infusorien, welche lange gehungert haben, erscheint der Körper oft ganz angefüllt mit solchen Nahrungskugeln, und wenn man Sorge trägt, verschiedene Farben nacheinander zu füttern, so sieht man leicht, daß die betreffenden Farbstoffe durchaus unregelmäßig und nicht in der Reihenfolge ihrer Aufnahme durch den Körper vertheilt sind. Neuerdings hat man bei einigen Arten Erscheinungen beobachtet, welche die innere Höhle des Körpers als eine wirklich begrenzte, aber sehr ausdehnbare Darmhöhle auffassen lassen. Die unverdauten Stoffe werden bei vielen Infusorien durch den Mund wieder ausgeworfen, bei andern durch eine Afterstelle hinausgepreßt, welche sich meist am hintern Theile des Körpers befindet.

In dem Körper aller Infusorien findet man bei genauerer Untersuchung einen oder mehrere helle Räume, welche sich abwechselnd ausdehnen und zusammenziehen, aber keine eigenen Wandungen zu besitzen scheinen. Vielleicht dürfte die Anwesenheit dieser pulsirenden Räume ebenso wol wie Contractilität der Äußern Leibeswandungen für einen Beweis der thierischen Natur eines Organismus gelten können. Meistens sind diese Räume rund und zuweilen in solcher Zahl vorhanden, daß sie in ein einziges langes Gefäß zusammenfließen. Bei manchen Gattungen erscheinen sie in Gestalt vielstrahliger, in gefäßartige Kanäle ausläufender Sterne, und bei den Zusammenziehungen verschwinden abwechselnd die Strahlen oder der Mittelraum. Obgleich diese Räume stets an bestimmten Stellen wiedererscheinen, so sind sie doch sicher wandungslos, da man bei heftigen Zusammenziehungen sowol einzelne Räume sich theilen, als auch im Moment der Ausdehnung dieselben einzeln auftreten und später in eine große Blase zusammenfließen sah. Jedenfalls sind diese blasenartigen Räume wenigstens dichte Stellen des Körpergewebes, an welchen sich dasselbe durchdringende Flüssigkeit sammelt, um dann durch eine Zusammenziehung wieder in das schwammige Gewebe hinausgetrieben zu werden, sodaß es hierdurch eine erste, wenn auch höchst unvollkommene Spur eines Kreislaufs der Säfte hergestellt wäre. Vielleicht auch haben diese contractilen Blasenräume eine feine Oeffnung nach außen, sodaß bei ihrem Zusammenziehen Flüssigkeit aus dem Körper hinausgepreßt, bei ihrer Ausdehnung Wasser von außen aufgenommen würde.

Die Fortpflanzung der Infusorien geschieht auf mannichfache Weise. Häufig findet sich als Einleitung dazu Cystenbildung. Das Thier kugelt sich zusammen, schwitzt eine glashelle Masse aus, die es umgibt, eine Kapsel umgibt, und geht nun in dieser Cyste ihrer weitern Ausbildung entgegen. Nicht minder oft findet aber auch die Cystenbildung zum Schutze vor äußern Unbilden, z. B. beim Eintrocknen des Wassers, statt. Vielfältig hat man auch Conjugation als Einleitung beobachtet. Die Thiere legen sich zusammen mit gleichnamigen Theilen, z. B. Mund gegen Mund, und verschmelzen allmählich zu einem einzigen Individuum. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung, den bisher betrachteten niedern Thieren ähnlich, besteht aus Theilung, die in verschiedener Richtung, als Längs- und Quertheilung, zuweilen selbst in schiefer Richtung eintreten kann. Sodann durch äußere Knospung. In manchen Fällen bleiben die Knospen sitzen, sodaß Thierstöcke gebildet werden, wie z. B. Zoothamnium (Taf. III, Fig. 18); in andern Fällen lösen sich die Knospen ab, wozu sie gemeiniglich besondere Wimperkränze erhalten, die später schwinden.

Noch nicht vollständig aufgeklärt ist eine Fortpflanzungsart, welche von vielen Beobachtern als ungeschlechtliche aufgefaßt wird. In den meisten Infusorien beobachtet man einen festern Kern (Nucleus) von kugeliger oder Scheibenform, oft aber auch sehr seltsam gestaltet, als gebogenes Band, Stab, Rosenkranz u. s. w. Dieser Kern ist meistens gelblich oder bräunlich, körnig und entwickelt in seinem Innern Keime, die sich schließlich zu Embryonen ausbilden, welche oft eine von dem Muttertiere sehr abweichende Gestalt haben. In diesem Ende wird der Kern entweder hohl, und entfernen dann Kugeln oder Eier, die zu Sprößlingen auswachsen, wie dies z. B. bei der abgebildeten, mit Eiern und Sprößlingen vollgestopften Stylonichia (Fig. 13) der Fall ist, oder der Kern theilt sich selbst in Segmente, die zu Embryonen auswachsen. In vielen Infusorien findet sich nun noch außer dem Nucleus ein Nucleolus, d. h. ein kleinerer fester Körper, der dicke Wände hat

r innern Höhle stabförmige Gebilde oder erzeugt, die man um so eher für Sa- lt, als die Einleitung zur Eibildung eine ist. Dieser Ansicht nach wäre der Nu- ck, der Nucleolus Hode; indessen sind och nicht alle Zweifel gelöst, um so mehr, leolus vielen Infusorien gänzlich abgeht. en aus den Infusorien die Gärungs- ium, Vibrio u. s. w.) sowie die Kugelthiere als Pflanzen aus. Die nackten oder mit e versehenen Monaden sind ebenfalls et, daß keiner ihrer Charaktere der Auf- Pflanzen widerspricht. Nur die Aender- ida), zu denen die oft in Massen vorkom- na viridis gehört, dürften durch die große ihres Körpers auf den Rang als Thiere chen, während der Besitz einer Geisel, Augenpunktes sowol pflanzlichen als rganismen zusteht und die Abscheidung off und Aufnahme von Kohlensäure für r sprechen würde.

n diese Ausscheidungen an, so fällt die r mundlosen Infusorien, welche man aus en zweifelhaften Organismen gemacht hat, d man behält nur Infusorien mit Mund n, deren verschiedene Stellung die Klassi- agen mag.

ung der Bauchwimperer (Hypotricha) te oder gepanzerte Thierchen ein, bei wel- f der Bauchseite, wo auch der Mund steht, n befinden, zu denen sich Griffel, Borsten gesellen, mit welchen die Thiere in Massen er umherlaufen. Wir bilden eine nackte Bauchseite ab (Stylonychia mytilus, welcher der Körper fast mit Jungen verschie- dung angefüllt ist, und eine gepanzerte Schildpanzer mit einem Stachel geziert ist aturrita, Fig. 16), wie sie auf den Borsten asserpflanze umherspaziert.

zwimperer (Holotricha) haben über den per fast gleichmäßige Wimpern, meist in ellt und stets viel kürzer als der Körper. gebildeten Art (Prorodon griseus, Fig. r schlitzartige Mund, der beim Schwimmen hinten getragen wird, wie in der Figur, rten Falten bestehende Krause. Zu dieser gehören auch die durch Parasitismus de- palinen, welche durchaus keine Verdauungs- am Hinterende eine undulirende Membran abgebildete Art (Opalina polymorpha, bt im Darme des Frosches.

pelwimperer (Heterotricha) haben zarte uf dem ganzen Körper und außerdem noch um weit größere, oft borstenähnliche Wimpern. dete Art ist sowol durch die Gestalt als auch senkranzähnlichen Nucleus auffallend. (Trom- rchen, Stentor polymorphus, Fig 17.)

eiswimperer (Peritricha) zeigen einen mperlosen Körper mit einem Wimperkreis Spirale von Wimpern. Sie sitzen meist nthierchen, Vorticellida), einige aber leben enläuse, Trichodinida); die festsitzenden besitzen , meist zusammenziehbar, seltener steif. Wir einer Gattung, welche baumförmig ver- lonien bildet, deren Stiel durch Muskeln wird, zwei Einzelthiere ab, die auf gemein- Zweige sitzen (Zoothamnium nutans,

iselwimpern (Cilioflagellata) sind meist lebende und dann lebhaft leuchtende Thiere mit starrem Kieselpanzer, der oft seltsam in Hörner und Spitzen ausgezogen ist. Die Wimpern stehen in einem Querschlitze des Panzers und aus dem Munde ragt eine lange Geisel hervor. Die abgebildete Art (Peridinium tripos, Fig. 20) sehr häufig in der Nord- und Ostsee.

Als Anhang können wir hier der Leuchtthierchen (Noctiluca) erwähnen, welche, zu Millionen in der Nordsee und dem Ocean vereinigt, häufig für sich allein das Leuchten des Meerwassers bedingen. Die Thiere bestehen aus einer etwas abgeplatteten Blase, die von Sarkodesträngen in ähnlicher Weise erfüllt ist, wie das Innere mancher Infusorien. Sie schwimmen mittels einer dicken Geisel, an deren Basis eine Vertiefung sich befindet, welche mit den Anfängen der Sarkodestränge erfüllt ist. Hier wird die Nahrung in ähnlicher Weise aufgenommen wie bei der folgenden Klasse. Die abgebildete Art (Leuchtthierchen, Noctiluca miliaris, Fig. 21) aus der Nordsee.

Wir erwähnen auch hier der Gregarinen, die wohl ausgebildete Zellen mit Hülle, Inhalt und Kern darstellen, sich durch Theilung vermehren und nur als Schmarotzer angetroffen werden.

Klasse der Wurzelfüßer (Rhizopoda).

(Tafel 33, Figur 15, 22 bis 30.)

Die Körpersubstanz besteht wesentlich aus Sarkode, die sich durch veränderliche, einziehbare, von Körnerströmungen durchsetzte Fortsätze (Scheinfüße, Pseudopodien) bewegt und ernährt. Sie besitzen meist noch Kerne und eine bestimmte Körperform.

Von differenzirten Organen zur Ausübung bestimmter Functionen ist keine Spur zu sehen. Sämmtliche Lebenserscheinungen gehören der Sarkode an, einer mehr oder minder festen Grundsubstanz, die große Neigung zur Bildung von Hohlräumen (Vacuolen) zeigt, mehr oder minder weich ist, häufig leicht zerfließt und in ihrer Masse meist Körnchen zeigt, welche in beständigen Strömungen durch Zusammenziehungen der Masse in sich gehalten werden. Oft zeigt sich Tendenz zu peripherischer Verdichtung, sodaß dann eine Rindenschicht von der innern flüssigern Masse unterschieden werden kann; doch ist diese Scheidung nicht durchgeführt und die Rindenschicht geht allmählich in die innere Substanz über. Bewegung und Ernährung wird vorzugsweise durch höchst veränderliche Fortsätze (Scheinfüße, Pseudopodien) bedingt, welche bald nur an bestimmten Orten, bald an jeder Stelle des Körpers hervortreten, mit innerer Körnchenströmung sich vergrößern, verästeln, zusammenschmelzen (Beweis, daß keine Hautschicht vorhanden), sich wieder trennen, zurückziehen und bald sehr fein, bald dicker oder selbst blattartig erscheinen. Mittels dieser Gestaltveränderungen schiebt sich der Körper, wie ein langsam fließender Kleister, nach verschiedenen Richtungen hin. Meist wird auch durch diese Scheinfüße die Ernährung in der Art bewerkstelligt, daß sie sich um die Beute herumschmelzen, dieselbe allmählich in die Masse des Körpers hineinziehen, um dann, wenn die Substanz derselben aufgenommen ist, die unverdaulichen Reste an einer bestimmten Stelle wieder auszuschmelzen und auszustoßen. Oft aber geschieht auch die Aufnahme in der Art, daß sich die Pseudopodien wie Saugröhren an die Beute anlegen und nun durch den Körnchenstrom allmählich die organische Substanz derselben in den Körper des Wurzelfüßers hinüberfließt.

Bei den meisten hat man in der Sarkode zerstreute oder auch einzelne Kerne beobachtet; bei einigen auch pulsirende Hohlräume, in ähnlicher Weise gestaltet, wie bei den Infusorien. Die meisten bauen festere Gerüste, Schalen, Hüllen, Stacheln, deren Anordnung oft äußerst zierlich ist.

Fortpflanzung durch Theilung kommt bei den nackten Formen ganz allgemein, vielleicht auch bei manchen Schalenträgern vor; bei vielen hat man im Innern Kugeln von besonderer Färbung beobachtet, welche zur Fortpflanzung in Beziehung stehen mögen. Viele pflanzen sich auch, nach vorheriger Einkapselung, zuweilen auch ohne diese, durch sogenannte Schwärmsporen, ähnlich den niedersten Pflanzen, fort. Das ganze eingekapselte Thier zerfällt dann meist in einzelne zellenartige Körper, welche schließlich aus dem Innern hervorbrechen und mittels einer oder selbst mehrerer Geiseln im Wasser umherschwimmen, später aber die Geiseln verlieren und nun nur noch mittels Pseudopodien sich bewegen.

Alle sind mikroskopisch. Die meisten leben im Meere, andere im Süßwasser, höchst wenige in feuchter Erde, im Moor und Schlamm. Viele häufen sich in ungeheuern Massen an und bilden durch ihre Schalen ganze Schichten.

Unterklasse der Meerqualster (Radiolaria).

Bestimmte Körperform. Im Innern eine von Sarkode umgebene und theilweise ausgefüllte Centralkapsel.

Die Centralkapsel besteht aus einer festen, durchsichtigen Blase, in welcher kugelförmige, kernlose und durchsichtige Körper stets sich finden, zwischen welchen Sarkode angehäuft ist. Zuweilen finden sich in dieser netzartig gebildeten Sarkode Zellkerne, Fetttröpfchen, große Blasen mit Kernen, Zellen und Concretionen. Die Sarkode ist auch um die Centralkapsel herum ergossen und schickt von hier aus die Pseudopodien. Diese äußere Sarkode enthält auch gelbe, mit deutlicher Membran versehene Zellen, welche in Tochterzellen zerfallen können. Das Skelet besteht entweder aus einer durchsichtigen, knorpelharten, organischen Substanz oder aus Kieselerde. Es ist häufig aus Nadeln gebildet, die bald den Körper durchsetzen, bald nur an der Peripherie sich befinden und häufig in streng geometrischen Formen angeordnet sind. Sehr häufig finden sich auch gegitterte Schalen in Gestalt von Kugeln, Körben u. s. w., mit welchen die Nadeln und Stacheln in der verschiedensten Weise verbunden sind.

Radiolarien finden sich in allen Meeren, einige auch im Süßwasser; die erstern oft schwimmend oder am Meeresboden kriechend. Ihre Schalen bilden an einigen Orten, freilich nicht für sich allein, Schichten von feinem, mehlartigem Sande, sogenanntes Bergmehl, und sind manche fossile Lagerstätten aus den Tertiärzeiten bekannt (Santa-Fiora in Sicilien, Barbadoes, Nicobaren u. s. w.).

Man hat einkapselige (Monozoa) und mehrkapselige (Polyzoa) unterschieden. Die erstern stellen ein Einzelthier dar; sie haben die mannichfachsten Formen. Wir bilden eine Art aus dem Mittelmeere ab, bei welcher die Scheinfüße aus allen Poren der becherförmigen, mit einer neunzadigen Oeffnung versehenen Gitterschale hervortreten (Carpocanium diadema, Taf. 33, Fig. 26), sowie zwei Gitterschalen ohne lebende Substanz, die auch fossil gefunden werden und von welchen die eine nur einen Stachel am Ende und mehrere Einschnürungen der gegitterten Schale zeigt (Eucyrtidium galea, Fig. 28), während die andere starke, regelmäßig gestellte Strahlenstacheln mit großen Oeffnungen der kugelförmigen Gitterschale aufzuweisen hat (Leuchthierchen, Haliomma echinaster, Fig. 29).

Aus der weit weniger formenreichen Gruppe der mehrkapseligen Radiolarien bilden wir eine im Mittelmeer häufige, nackte Art ohne Skelet ab, bei welcher die Centralkugeln in Reihen gelagert sind, sodaß das Ganze einer durch Einschnürungen abgetheilten Wurst gleicht (Collozoum inerme, Fig. 27).

Unterklasse der eigentlichen Wurzelfüßer (Rhizopoda genuina).

Keine Centralkapsel; Körper nur aus Sarkode gebildet, aber meist mit Kernen und auch öfter mit pulsirenden Räumen. Keine Schwärmsporen.

Nur bei wenigen Formen ist die Rindenschicht fester und durchsichtiger, sonst ist sogar meist gar kein Unterschied zwischen der innern Masse und der äußern wahrzunehmen. Die Sarkode ist sonst ganz wie bei den vorigen gestaltet. Einige sind nackt; die meisten aber besitzen eine Schale, die, wenn sie anorganische Stoffe enthält, stets aus kohlensaurem Kalke gebildet ist. Feste Nadeln oder Stacheln in geometrischer Anordnung kommen niemals vor, dagegen mannichfache, von der Kugel ausgehende Gestalten bis zu schon gewundenen Gehäusen, die man früher sogar den Ammoniten ähnlich hielt. Diese Schalen sind bald einfach, bald aus mehrern zusammenmündenden Kammern gebildet, sodaß zusammengesetzte Thierstöcke entstehen (Polythalamia). Die Aneinanderreihung dieser Kammern geschieht in sehr verschiedener Weise, bald unregelmäßig, bald in der Längsachse, in Schneckenwindungen, auf zwei abwechselnden Reihen u. s. w. Die Wandungen der Schalen sind ebenfalls verschieden gebaut; bei der einen sind sie fest, ohne sichtbare Poren, die Scheinfüße treten dann durch eine gemeinsame Oeffnung aus; bei den andern sind sie siebartig durchlöchert, sodaß die feinen Pseudopodien durch diese Oeffnungen hervortreten können, wobei dann auch diese schalentragenden Wesen Foraminiferen genannt wurden.

Die Rhizopoden, die theils im Süßwasser, besonders aber im Meere vorkommen, spielen eine bedeutende Rolle im Haushalte der Natur als wesentliche Filtratoren des im Meerwasser aufgelösten kohlensauren Kalkes. Sie haben ganze Gebirge aufgebaut durch massenhafte Anhäufungen, und thun dies noch. Man findet an vielen Stellen des Meeresgrundes eine Art Kreideschlamm von großer Mächtigkeit, welcher fast nur aus lebenden Rhizopoden, mit Moneren gemischt, gebildet ist und der beim Trocknen selbst durch die Art der Schalen, welche sich darin finden, als Kreide anerkannt werden muß.

Man kann nackte, einkammerige und vielkammerige unterscheiden. Da mehrere Tausende von Arten (fossile und lebende zusammengerechnet) bekannt sind, so darf es nicht wundern, daß man eine Menge von Familien unterschieden hat. Wir bilden von den vielkammerigen mit durchbohrter Schale eine Art ab (Rotalia veneta, durch einen Irrthum in einigen Exemplaren des Atlas als Miliola bezeichnet, Taf. 33, Fig. 22), welche die Pseudopodien aus den Poren der Schale ausgestreckt hat; eine zweite (Textularia picta, Fig. 24), bei welcher die an Breite wachsenden Kammern in zwei Reihen stehen, und endlich eine dritte mit unregelmäßig zusammengehäuften rundlichen Kammern,

die in der fossilen Kreide sowol als in der jetzt auf dem Meeresgrunde zwischen Europa und Nordamerika in einer Tiefe von 10000 Fuß sich bildenden Kreide besonders häufig ist (Globigerina bulloides, Fig. 23).

Von den im Süßwasser lebenden ungepanzerten und einsamen Formen bilden wir ebenfalls drei Typen ab, welche verschiedene Charaktere zeigen. Bei dem Sonnenthierchen (Actinophrys sol, Fig. 25) zeigt der ganze, deutlich in eine Rindenschicht und innere Masse getheilte Körper zellige Auftreibungen und lange, aber biegsame Stacheln. Hier finden sich äußere, pulsirende Räume (bei dem abgebildeten Exemplare ist einer rechts vorgetrieben); die Stacheln dienen zum Umstricken der Beute, die dann von ausgetriebenen Pseudopodien eingeschmolzen und in den Körper gezogen wird. Die zweite Gattung, Amoeba princeps (Fig. 30), deren Arten man fast in allen Gewässern findet, streckt nur wenige breite Scheinfüße aus, die aber an allen Körpergegenden vorgestreckt werden können, während die dritte Art, die nur selten vorkommt, Plagiophrys cylindrica (Fig. 15), die feinen Pseudopodien, die im Holzschnitte unrichtigerweise wie Haare dargestellt sind, nur an dem einen Körperende hervortreten läßt.

Klasse der Moneren (Monera).
(Tafel 33, Figur 31, 33 und 34.)

Körpergestalt unbestimmt, veränderlich; ohne Kerne und contractile Räume. Fortpflanzung durch Theilung oder Schwärmsporen.

Wesen, die auf der unbestimmten Grenze zwischen Thier und Pflanze stehen, nur aus Sarkode bestehen und deshalb auch von manchen Forschern als ein eigenes Zwischenreich, der Protisten, betrachtet werden. Einige, die im Meere schwimmen, strahlen noch vielfache Pseudopodien nach allen Richtungen aus (Protomyxa aurantiaca, Fig. 33). Bei diesen und verwandten Arten hat man auch ähnliche Vorgänge wie bei Infusorien gesehen (Conjugation, Einkapselung, Bildung von Schwärmsporen), was neben der Theilung eine andere Form der Fortpflanzung bildet. Dem weiter abgebildeten Wesen, Bathybius Haeckelii (Fig. 31), welches gewissermaßen als Urschleim, ohne bestimmte Gestalt, ohne Differenzirung innerer Theile, ohne Scheinfüße, an vielen Stellen den Meeresgrund in dicken Massen überzieht, haben viele Forscher das Leben abgesprochen, indem sie es für Sarkodemassen halten, hervorgegangen aus der Zersetzung von Rhizopoden und ähnlichen Geschöpfen; die Schleimpilze endlich (Myxomycetes), von denen wir eine Art abbilden (Trichia varia, Fig. 34), werden jetzt wol allgemein zu den Pflanzen gestellt, während ihr genauester Forscher sie noch ihrer innern Bildung und Fortpflanzung wegen den Thieren zurechnen wollte.

Digitized by Google

Botanik.

Bearbeitet

von

Dr. Moritz Willkomm,
Professor der Botanik an der Universität zu Prag.

Inhalt

Seite

Einleitung 3

Erster Theil. Anatomie, Morphologie und Physiologie der Pflanzen oder allgemeine Botanik. (Tafel 1—4.) . . . 3

I. Die Zellen und Zellgewebe 3

II. Bau und Gestaltung des Pflanzenkörpers und seiner Glieder 8

III. Lebenserscheinungen der Pflanzen 14

Zweiter Theil. Systematik und Pflanzengeographie oder specielle Botanik. (Tafel 5—31.) 16

I. Eintheilung der Pflanzen. Pflanzensysteme. 16

II. Schilderung der wichtigern Ordnungen und Familien des Pflanzenreichs 19

Erste Klasse. Pilzartige Sporenpflanzen (Myceliatae) 19

Zweite Klasse. Algenähnliche Sporengewächse (Phycoideae). 23

Dritte Klasse. Mit geschlechtslosem Vorkeime versehene Stamnsporenpflanzen (Cormophyta proembryonata) . . . 25

Vierte Klasse. Mit Geschlechtsorgane tragendem Vorkeim versehene Stamm-sporenpflanzen (Cormophyta prothallionata) . . . . . 3[illegible]

Fünfte Klasse. Scheinfrüchtige Samenpflanzen ohne Kotyledonen (Nothocarpae acotyledoneae) . . . . . 2[illegible]

Sechste Klasse. Scheinfrüchtige Samenpflanzen mit Kotyledonen (Nothocarpae cotyledoneae) . . . . . 5[illegible]

Siebente Klasse. Samenpflanzen mit echten Früchten und einsamenlappigem Keime (Teleocarpae monocotyledoneae). 33

Achte Klasse. Samenpflanzen mit echten Früchten und zweisamenlappigem Keime (Teleocarpae dicotyledoneae) . . 4[illegible]

III. Pflanzengeographie . . . . . 7[illegible]

Schlüssel der Klassen des Linné'schen Sexualsystems . . . . . 8[illegible]

Einleitung.

k oder Pflanzenkunde ist derjenige rwissenschaft, welcher, wie Linné sich osophia botanica" (1751) sehr richtig „Erkenntniß" (cognitio) der Gewächse e der Forschung hat. Unter Erkenntniß ers verstehen wir aber in der gegen- icht blos die „Kenntniß" von dessen erhältnissen, sondern auch, ja vorzugs- e der Gesetze, welche seiner Entstehung Grunde liegen, und ist es ein lebender igleich die Kunde von dessen innerm msweise, Fortpflanzung und Tod. So e Botanik eine sehr vielseitige Aufgabe ie hat sich nämlich zu beschäftigen: ustoffen, mit dem innern Baue und ckelungsgeschichte des Pflanzenkörpers ganismus) und aller seiner Glieder Morphologie der Pflanzen); 2) mit den igen der Pflanzen und den Gesetzen, selben bedingt werden (Physiologie der it der Beschreibung, Benennung, Unter- nordnung (Klassifikation) der zahlreichen (Arten oder Species), aus denen die r Erde in der Gegenwart zusammen- n der Vergangenheit („vorweltlicher" igesetzt war (beschreibende oder de- stematische Botanik); 4) mit der geo- reitung und Vertheilung der Pflanzen- Erde (Pflanzengeographie); endlich hichte (dem Ursprung) der Pflanzen- gesammten Vegetation der Erde und itenden Entwickelung der Pflanzenwelt n Anfängen bis auf die Gegenwart flanzen und paläontologische Botanik). Morphologie und Physiologie pflegen llgemeine, die übrigen Disciplinen oder specielle Botanik bezeichnet zu) theilt man die Botanik auch ein in ssenschaftliche und in angewandte . Letztere hat es blos mit den Nutz- nenigen Gewächsen zu thun, welche nd den Nutzthieren Schaden zu bringen

Erster Theil.

rphologie und Physiologie der Pflanzen oder allgemeine Botanik.

(Tafel 1—4.)

Die Zellen und Zellgewebe.

an irgendeinen zarten, membranösen . B. ein recht dünnes Blumenblatt, dünnen Abschnitt eines Apfels u. s. w. roskop, so wird man finden, daß der ige als eine gleichartig dichte Masse lanzentheil aus einer Menge kleiner bestimmter aber sehr verschiedener Form ist (z. B. Taf. 2, Fig. 24). Diese Hohlräume nennt man Zellen und betrachtet sie, da alle Theile (Glieder) der Pflanze, z. B. Wurzeln, Stamm, Blätter u. s. w. aus solchen Zellen zusammengesetzt sind, als die Grund- oder Elementarorgane der Pflanzen. Die meisten Pflanzen bestehen aus vielen Tausenden, ja Millionen oder Milliarden von Zellen (z. B. ein Baum); es gibt aber auch Gewächse, welche nur aus verhältnißmäßig wenigen Zellen zusammengesetzt sind (z. B. die Fadenalgen und Schimmelpilze, deren Körper blos eine einfache oder verzweigte Reihe von Zellen ist, s. Taf. 5, Fig. 2), oder gar aus einer einzigen Zelle bestehen, z. B. die mikroskopisch kleinen Diatomeen (Taf. 7, Fig. 2). Einzelne, isolirte Zellen kommen aber auch bei den vollkommenern Pflanzen vor. So besteht der Blütenstaub (Pollen) der weitaus meisten Pflanzen aus isolirten Zellen (Pollenkörnern). In allen diesen Fällen tritt die Zelle als Individuum auf. Aber selbst in den aus zahllosen miteinander verbundenen Zellen, sogenanntem Zellgewebe, zusammengesetzten Pflanzentheilen läßt jede einzelne Zelle ein individuelles Leben erkennen, weshalb man jeden solchen Pflanzentheil und folglich auch jede vielzellige Pflanze als aus zahllosen Individuen zusammengesetzt ansehen kann: eine Anschauungsweise, welche auch deshalb gerechtfertigt erscheint, weil jede Pflanze bei ihrer ersten Entstehung aus einer einzigen Zelle (der Eizelle) hervorgeht.

Die überwiegende Mehrzahl der Pflanzenzellen zeigt schon im jugendlichen Zustande einen concentrisch-schaligen Bau. Eine solche Zelle besteht nämlich in der Richtung von außen nach innen: 1) aus einer festen dehnbaren Haut (Zellhaut, Zellmembran, Zellwand), 2) aus einem der Innenfläche dieser Haut dicht anliegenden weichen, schleimig-gallertartigen Sacke (Protoplasmasack, Primordialschlauch), 3) aus einem in diesem Sacke eingeschlossenen linsenförmigen Körper (Zellkern, Cytoblast), und 4) aus einer wässerigen und wasserhellen, ebenfalls vom Protoplasmasack umschlossenen Flüssigkeit (Zellsaft). Die Substanz der Zellhaut ist Cellulose, eine nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzte chemische Verbindung, diejenige des innern weichen Sackes und des Zellkernes Protoplasma, d. h. ein Gemenge verschiedener Stoffe, unter denen jedoch stets Protein- oder Eiweißstoffe eine hervorragende Rolle spielen und deshalb immer stickstoffhaltig; dagegen besteht der Zellsaft aus Wasser und darin gelösten organischen und unorganischen Substanzen. Dieser fehlt anfangs ganz; die jugendliche Zelle erscheint als ein solider, von einer äußerst zarten Cellulosemembran umkleideter Protoplasmaklumpen, in dessen Centrum der Zellkern eingebettet liegt (Taf. 1, Fig. 1: fünf Zellen aus einer ganz jungen Wurzel der Kaiserkrone, stark vergrößert). In dem Maße, als sich die Zelle vergrößert, bildet sich im Protoplasma der Zellsaft aus (zunächst in Form heller Tropfen, die später zusammenfließen, Fig. 2), durch den zuletzt der Protoplasmakörper in den bereits erwähnten Protoplasmasack verwandelt wird. Der Zellkern zieht sich dann gewöhnlich in die Masse des Protoplasma zurück; er wird „wand-

ständig". Infolge dessen beginnt nun wieder, wahrscheinlich in allen Zellen, ein Strömen des Protoplasma. Die aus leicht verschiebbaren, von Wasserhüllen umgebenen Theilchen (Moleculen) bestehende Masse des Protoplasma beginnt nämlich eine Bewegung zu zeigen, indem von dem Protoplasmasacke aus stärkere und schwächere Stränge oder Fäden entspringen, welche den mit Zellsaft erfüllten Hohlraum der Zelle in allen möglichen Richtungen durchziehen, sich bald miteinander verbinden (anastomosiren), bald wieder voneinander trennen und deren feinkörnige Masse in Bewegung erscheint (Fig. 3: eine Zelle aus einem jungen Haare der Kürbispflanze). Seltener als diese „anastomosirende" Strömung des Protoplasma kommt die „rotirende" vor, wo ein unzertheilter Protoplasmastrom unaufhörlich in einer und derselben Richtung der Innenwand der Zelle entlang sich bewegt (bisjetzt nur in Zellen gewisser Wasserpflanzen beobachtet). Der Zweck der Protoplasmaströmung ist noch unbekannt, ihre Ursache noch nicht genügend erforscht. — Der Protoplasmakörper (später Protoplasmasack) ist, da nur protoplasmahaltige Zellen neue Zellen zu erzeugen und Pflanzenstoffe aus anorganischen Substanzen zu bilden vermögen, der wichtigere Bestandtheil der Zelle; von ihm wird auch die Cellulosemembran erzeugt, indem deren Substanz im Protoplasma in Form von überaus kleinen Moleculen sich bildet, welche aus der Oberfläche des Protoplasmakörpers hervortreten und sich aneinanderlegend zu einer festen Membran werden. Auch der Zellsaft scheidet sich aus dem Protoplasma aus, desgleichen entsteht in ihm durch Ansammlung gewisser Theilchen an einem bestimmten Punkte der Zellkern. Der Protoplasmakörper muß also bei der Entstehung einer Zelle zuerst vorhanden sein, und das ist in der That der Fall. Deshalb ist seiner Substanz auch der Name „Protoplasma", d. h. Urbildungsstoff, gegeben worden.

Jede jugendliche Zelle hat das Bestreben, sich zu vergrößern, zu wachsen. Die Ausdehnung der Zellwand erfolgt durch Einlagerung neuer vom Protoplasma ausgeschiedener Cellulosemolecule zwischen die bereits vorhandenen. Je nachdem die Zellenmembran sich an allen Punkten gleichmäßig ausdehnt oder ihre Ausdehnung nur in einer oder zwei Richtungen oder ganz unregelmäßig geschieht, wird auch die Form der Zelle sehr wesentlich verändert, oft so bedeutend, daß die ausgewachsene Zelle der jugendlichen nicht im geringsten gleicht. So entstehen durch die Verschiedenartigkeit der Ausdehnung kugelige, ellipsoidische (Fig. 4, 5), sternförmige (Fig. 13, aus dem Mark einer Binse), unregelmäßig verzweigte (Fig. 11, 12, aus der Rinde des Lärchenbaums), spindelförmige (Fig. 9, Bastzelle aus der Lärchenrinde) und andere Zellenformen. Aber auch durch den gegenseitigen Druck, welchen benachbarte Zellen bei ihrer Vergrößerung aufeinander ausüben müssen, wird die Form der Zelle vielfach abgeändert. Durch solchen entstehen polyedrische von rhombischen oder trapezoidischen Flächen begrenzte Formen (Fig. 6), oder mehrflächige Prismen, oder die Form der Bienenzelle (Fig. 7), oder langgestreckte kantige Röhren mit zugespitzten oder schief abgestutzten Enden (Fig. 8). Zellen von der Form der Fig. 6 und 7 oder diesen ähnliche nennt man parenchymatische (aus solchen Zellen zusammengesetztes Gewebe Parenchym), Zellen von der Form von Fig. 8 prosenchymatische (aus solchen bestehendes Gewebe Prosenchym), während man kugelige, ellipsoidische und andere mit gebogenen Flächen ausgebildete Zellen, die sich in geschlossenen Geweben nur stellenweise berühren können, als merenchymatische (aus solchen gebildetes Gewebe als Merenchym) zu bezeichnen pflegt. Zum Merenchym rechnet man auch aus ganz unregelmäßigen Zellen bestehendes Gewebe, z. B. das sogenannte schwammförmige (Fig. 14). Spindelförmige Zellen (Fig. 9) sind auch pleurenchymatische, und bündelförmige Vereinigungen solcher (z. B. im Baste vieler Pflanzen) Pleurenchym genannt worden.

Während die wachsende Zelle ihre Haut ausdehnt, verdickt sie zugleich dieselbe durch Ein- und Auflagerung von Cellulosemoleculen. Nur selten erfolgt diese Verdickung gleichmäßig, gewöhnlich geschieht sie ungleichmäßig, ja sehr häufig nur an einzelnen Punkten und in der Richtung von Schraubenlinien. So erhalten Zellen, deren Innenfläche mit erhabenen Ringen, Leisten, Bändern besetzt erscheint (Fig. 23), oder deren Wand von außen unter dem Mikroskop wie von runden Löchern oder von queren Spalten durchbrochen aussieht (Fig. 22, 24, 26). Zellen der letzteren Art nennt man getüpfelte (früher, wo man ihre Wand für durchlöchert hielt, poröse) und, wenn die Tüpfel d. h. die unverdickt gebliebenen Stellen, sehr klein, punktirte, während Zellen mit leisten- oder bandförmiger Verdickung je nach deren Gestaltung Ring-, Spiral- und Netzfaserzellen bezeichnet werden. Eine sehr eigenthümliche Verdickung findet bei den Zellen mit behöften Tüpfeln (Fig. 25, 27), bei den Gitterzellen (Fig. 21) und den Siebröhren (Fig. 20) statt. Erstere erscheinen von der Fläche gesehen bei starker Vergrößerung rund, hellen Tüpfeln bestreut, welche von außen wol auch von zwei concentrischen Kreislinien (Hofen) umgeben sind. Diese behöften Tüpfel entstehen dadurch, daß, wie man nur auf einen durch die Tüpfel geführten Querschnitt der Zellwand sehen kann, zwei aneinanderliegenden Zellen sich kleine linsenförmige Hohlräume (Tüpfelräume) befinden, deren durch durchsichtige Zellwand hindurchschimmernder Rand eine den Tüpfel, d. h. die unverdickt gebliebene Stelle umgebende Kreislinie erscheint (Fig. 19, obere Hälfte). Seltener als runde kommen spaltenförmige behöfte Tüpfel vor (Fig. 27). Die Gitterzellen und Siebröhren sind dadurch ausgezeichnet, daß die Verdickungsmasse ihrer Wand von großen, runden oder querlänglichen oder ganz unregelmäßigen Tüpfeln durchbrochen ist, welche mit einem engmaschigen Fasergeflecht bedeckt sind und daher wie gegittert (Fig. 21, eine Zelle aus der Lärchenrinde, mit einem Gittertüpfel) oder, bei schwächerer Vergrößerung, wie ein Sieb erscheinen (Fig. 20, Siebröhre aus dem Kürbisstengel). — Bei Zellen mit sehr stark verdickter Wand, bei denen der Innenraum (das „Lumen") oft außerordentlich klein ist (Fig. 9, 11, 43), erscheint die Wand im Querschnitt oft deutlich geschichtet (Fig. 10, 11, 15, 43). Diese Schichtung, welche der Zellwand einen concentrisch-schaligen Bau verleiht, ist nicht, wie man früher annahm, das Resultat einer periodisch erfolgten Ablagerung von Cellulose-Schichten, sondern, wie die neuesten Forschungen ergeben haben, durch die Ausbildung („Differenzirung") wasserärmerer und wasserreicherer Schichten innerhalb der gesammten Verdickungsmasse nach deren Vollendung entstanden. Sind solche stark verdickte Zellen getüpfelt, so bilden die Tüpfel Kanäle (Tüpfelkanäle), welche vom Lumen der Zelle her sich durch die ganze Verdickungsmasse hindurch oder tief in dieselbe hinein erstrecken (Fig. 10, 16, 17, 43). Besteht ein solches Gewebe aus solchen Zellen, so laufen die Tüpfelkanäle einer Zelle auf diejenigen der benachbarten Zellen (correspondiren mit denselben: correspondirende Tüpfelkanäle, Fig. 10, 17, 43). Diese seltsam erscheinende Einrichtung hat ihren guten Grund. Solange die

sthätig sind, d. h. solange sie noch einen otoplasma enthalten, findet zwischen ihnen ofswechsel statt, mit andern Worten, treten und Gase aus der einen Zelle in die Bei dünnwandigen, z. B. bei allen jungen ieser Stoffwechsel sehr leicht, indem die und Gase durch die Wandungen der Zellen gen („diffundiren"). Bei starker Verdidung d, mit welcher sehr häufig auch eine Verselben verbunden ist, würde der Uebertritt eiten aus einer Zelle in die andere un-; durch correspondirende Tüpfelkanäle, durch die dünnen unverdickt gebliebenen Zellhaut geschieden sind, ist aber die Mögten, daß auch zwischen solchen Zellen der von Flüssigkeiten und Gasen ungehindert ann. Noch ist zu bemerken, daß bei beein die zarte den Tüpfelraum umschließende später häufig aufgelöst (resorbirt) wird. eben wirkliche Löcher in den Zellwänden, e die Lumina der miteinander verbundenen dergelagerten) Zellen in offene Communica-

wir in der jugendlichen Zelle nur den asma vertheilten Zellsaft antreffen, erscheint lbete, aber noch lebensthätige Zelle mit sehr n Inhaltssubstanzen angefüllt. Und wir theils feste Körper, theils flüssige Stoffe enraum der Zelle, erstere durch das Mitroe meist nur durch bestimmte Veränderungen nischer Einwirkungen (durch „Reactionen") Unter den festen Inhaltskörpern spielen ophyll-, Stärke- und Aleuronkörner olle. Die Chlorophyll-(Blattgrün-)körner imittelbar aus dem Protoplasmasaf, indem körner zerfällt, welche eine grüne Farbe an-Auf dem Vorhandensein des Chlorophylls grüne Farbe aller Pflanzentheile, indem in den unmittelbar unter der Oberhaut (s. kommenden Körnern durch die durchsichtigen sen Zellhäute hindurchschimmert. In größter et man die Chlorophyllkörner in den Zellen Gewebes der Blätter (Fig. 32, eine Zelle ichtennadel, stark vergrößert). Gleich dem na sind die Chlorophyllkörner sehr veränderengesetzt, aber stets stickstoffhaltig; ihre Aufie Zersetzung der von den Blättern aus der enommenen Kohlensäure zu bewirken und cheidung des freigewordenen Sauerstoffs, eder in die Luft abgegeben wird, aus dem enen Kohlenstoff mit Hülfe des von den aufgenommenen und bis zu den Blättern ungenen rohen Nahrungssaftes, welcher ebenseine Bestandtheile zerlegt wird, Stärke, organischen, einen pflanzlichen Stoff, zu ie Stärke ist das erste Product des „Aiprocesses", d. h. der chemischen Vorgänge, e die von der Pflanze aus Boden und Luft nenen anorganischen Stoffe zerlegt und in übergeführt werden. Diesen Proceß, auf e gesammte Ernährung und das Wachsthum ze beruht, leiten die Chlorophyllkörner ein halten denselben auch im Verein mit dem eibenden Protoplasma anderer Zellen, durch ieder andere organische Stoffe, z. B. Cellulose, erden. Die chlorophyll- und protoplasmaZellen haben folglich eine höchst wichtige Auferfüllen: sie sind die eigentlichen chemischen ien der Pflanze und stehen auch im regsten sel untereinander. Die zunächst im Innern der Chlorophyllkörner entstehende Stärke tritt in gelöster Form — und zwar während der Nacht — wieder aus denselben heraus, um von Zelle zu Zelle auf dem Wege der Diffusion weitergeschafft zu werden. Sie gestaltet sich auf diesem oft langen Wege wiederholt zu festen Körnchen, welche sich dann wieder auflösen und an der blauen Farbe, welche die Stärke stets mit Jodlösung sofort annimmt, als Stärkekörner leicht erkannt werden können. In größern Körnern wird aber diese Substanz bleibend nur in bestimmten Zellen (z. B. in dem Zellgewebe der Knollen, Zwiebeln, im Marke der Palmen, in den Markstrahlen der Laubhölzer, in den Samen der Getreidearten u. s. w.) aufgespeichert, um im nächsten Frühling wieder aufgelöst und unmittelbar als Nährstoff, sei es für den keimenden Samen, sei es für die austreibenden Knospen verwendet zu werden. Solche Stärke besteht immer aus größern Körnern, welche unter sehr verschiedenen Formen auftreten (Fig. 31). Die meisten lassen einen concentrisch-schaligen Bau erkennen mit gewöhnlich excentrisch gelagertem Kern (Fig. 31, d aus der Kartoffel und e aus der Galgantwurzel), andere enthalten eine sprungartige Höhlung (a, b, c aus der Bohne), noch andere erscheinen aus mehrern soliden Körnchen zusammengesetzt (f aus der Sassaparillwurzel). Das Aleuron oder Klebermehl entsteht gleich dem Chlorophyll unmittelbar aus dem Protoplasma, ist aber in der Regel farblos, wenigstens niemals grün. Es zeigt dieselbe chemische Zusammensetzung wie das Protoplasma, kommt gewöhnlich in sehr kleinen eckigen Körnchen (Fig. 29 b), seltener in größern Körnern oder gar in Form von Krystallen (Krystalloiden, Fig. 30) vor und findet sich vorzugsweise in den Zellen der Kotyledonen oder des Eiweißkörpers (s. unten) der Samen, doch auch — wenigstens während des Winters — in den Knospen, in der Rinde und den Wurzeln vieler Pflanzen. Es spielt gleich den aufgespeicherten Stärkekörnern die Rolle eines „Reservestoffs", d. h. ist für die auf den Winter folgende Vegetationsperiode bestimmt, wo es ebenfalls aufgelöst wird, um andere Stoffe zu bilden. Das Klebermehl kommt nicht selten in Gesellschaft von Stärkekörnern vor (z. B. in dem Samen der Bohne, Fig. 29), häufiger im Verein mit fettem Oel oder Pflanzenfett, welches in allen ölhaltigen Samen, aber auch in andern Pflanzentheilen (in größter Menge z. B. im Fruchtfleische der Oliven) enthalten ist, ebenfalls als Reservestoff auftritt, als solcher in Samen häufig das dort fehlende Stärkemehl ersetzt, indem es gleich diesem nur aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff besteht. Die aus den genannten Elementen sehr verschiedenartig zusammengesetzten fetten Oele kommen in der lebenden Zelle als kleine im Zellsaft suspendirte oder zwischen Aleuronkörnchen eingebettete Tropfen vor. Außer diesen für die Ernährung und das Wachsthum der Pflanze höchst wichtigen Stoffen werden als feste Inhaltssubstanzen der Zellen noch Krystalle verschiedener anorganischer und organischer Salze gefunden. Am häufigsten sind die Krystalle des oxalsauren Kalks, welche sich namentlich in fleischigsaftigen Geweben vorfinden und gewöhnlich als feine zweispitzige Nadeln oder sogenannte „Raphiden" (Fig. 34), seltener als Krystalldrusen (Fig. 33) auftreten. Ihre Bestimmung ist unbekannt. Endlich ist als fester Zelleninhaltsstoff noch das Kautschuk zu erwähnen, welches in den Milchsäften vieler Pflanzen in Form äußerst kleiner farbloser Kügelchen vorkommt und für das Leben der Pflanze bedeutungslos zu sein scheint. Unter den flüssigen Zelleninhaltsstoffen, welche für sich allein oder untereinandergemengt, oder im Zellsaft gelöst auftreten, sind der Zucker und Gerbstoff

die häufigsten und wol auch wichtigsten. Der Zucker kommt in zwei Hauptarten vor, als gärungsfähiger (Trauben- oder Fruchtzucker) und als nicht gärungsfähiger (Rohrzucker). Letzterer, in den Stengeln und Blättern aller Gräser, ferner in manchen Wurzeln (Runkelrübe, Mohrrübe, Zuckerwurzel) enthalten, spielt ebenfalls die Rolle eines Reservestoffs, während der Traubenzucker eine vorübergehende (transitorische) Bildung ist, indem er z. B. aus gelöster Stärke entsteht und bald wieder in andere organische Stoffe übergeführt wird. Er tritt z. B. in allen schon entwickelten Keimen, in den austreibenden Knospen, im Frühlingssafte der Birken, Ahorne und andern Bäumen auf. Aehnlich verhält sich der namentlich in Wurzeln, Rinden und Knospen vorkommende Gerbstoff, welcher häufig in einer und derselben Zelle mit Stärke abwechselt und oft die Grundlage rother Färbungen bildet, z. B. aller bei der Entfaltung rothgefärbten oder auch im Herbst sich roth färbenden Blätter. Zucker und Gerbstoff sind nur aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff zusammengesetzt. Häufig vorkommende flüssige Zelleninhaltsstoffe sind endlich die ätherischen Oele, sauerstoffarme oder blos aus Kohlen- und Wasserstoff bestehende Substanzen, welche als Ausscheidungsproducte der Pflanzen betrachtet werden müssen und auf deren Verdunstung an der Außenseite der Pflanzen der aromatische Geruch sehr vieler Gewächse, auch der Duft vieler Blumen, beruht. Durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft entstehen aus ätherischen Oelen oft Harze; dagegen wird die Mehrzahl der im Innern von Pflanzen (in der Rinde, im Holze vieler Bäume) vorkommenden Harze durch Verwandlung der Zellenmembranen in Harz gebildet. Auf dieselbe Weise entstehen auch die weniger verbreiteten Gummiarten, während die Balsame Auflösungen von Harz in ätherischem Oel zu sein scheinen. Alle diese Stoffe, ferner die Farbstoffe (z. B. Indigo), die Alkaloide, stickstoffhaltige, zum Theil äußerst giftige Substanzen, u. a. sind als bloße Ausscheidungs- und Zersetzungsproducte zu betrachten und für das Leben der Pflanze wol gleichgültig. Schließlich mögen hier noch einige Stoffe Erwähnung finden, welche nicht als Zelleninhalt auftreten, sondern theils in die Zellwand eingelagert, theils an der Außenfläche von Pflanzentheilen ausgeschieden und dieser aufgelagert erscheinen. Es sind der Holzstoff (Lignin), Korkstoff (Suberin), das Wachs, der kohlensaure Kalk und die Kieselerde. Die beiden zuerst genannten Stoffe sind Umwandlungsproducte der Cellulose; aus ihnen besteht in der Hauptsache die Wand der Zellen des Holzes und Korks. Das Wachs ist ein Ausscheidungsproduct; es bildet als äußerst feines Pulver die bläulich-weißen, abwischbaren Ueberzüge (den „Reif") der Pflaumen und anderer Früchte und tritt auch als kleienartiger weißer Ueberzug (z. B. an den Früchten von Myrica cerifera) oder gar als dicke Schicht (an dem Stamme der Wachspalme) auf. Kohlensaurer Kalk scheint in geringer Menge fein zertheilt in allen Zellenwänden vorzukommen, während die Kieselerde bei vielen Pflanzen theils die Oberhautzellen überzieht, theils der Wandung dieser, seltener anderer Zellen in Form kleiner Schuppen eingelagert erscheint. Durch „verkieselte" Oberhautzellen sind namentlich die Schachtelhalme und die Gräser ausgezeichnet.

Nicht alle protoplasmahaltigen Zellen erzeugen die im Vorstehenden genannten Stoffe, viele derselben dienen auch blos der Zellenvermehrung, d. h. erzeugen in ihrem innern Raume neue Zellen, welche man als „Tochterzellen" im Gegensatze zu der sie erzeugenden Zelle, der „Mutterzelle", bezeichnet. Die Bildung von Tochterzellen geschieht [illegible] Theilung des Inhalts der Mutterzelle. [illegible] Theilung entsteht, bilden sich ebenso [illegible] als neue Zellen gebildet werden [illegible] schon vorhandene Zellkern verdoppelt [illegible] neue Zellkerne entstehen. Dieser [illegible] die Fig. 35—38 erläutert. Fig. [illegible] die Bildung der Sporen (Fortpflanzungszellen) [illegible] einem Schachtelhalm, Fig. 37 [illegible] der Pollenzellen (Pollenkörner) bei der [illegible] einem Liliengewächs. Viel seltener [illegible] Zellenbildung" beobachtet. Bei ihr [illegible] Mutterzelle eine Anzahl von Zellkernen [illegible] ein Theil des Protoplasma der Mutterzelle, worauf sich jedes solche Protoplasma [illegible] einer Cellulosemembran umgibt (Fig. [illegible] bildung bei einem Becherpilze, Peziza [illegible] rend im ersten Falle der gesammte Inhalt [illegible] zelle in die Tochterzellen übergeht, [illegible] ganz in Tochterzellen theilt, bleibt hier [illegible] unverändert und geht blos ein Theil [illegible] in die Tochterzellen über. Auf der Zellenbildung durch Theilung beruht auch die Entstehung [illegible] gewebe, ein Vorgang, der aus den [illegible] ersichtlich ist. Bei der Bildung der [illegible] theilt sich die Mutterzelle nach vorausgegangener Bildung von zwei Zellkernen zwischen diesen [illegible] tionen, welche wieder zu neuen Mutterzellen [illegible] die sich in derselben Weise in zwei [illegible] Durch solche wiederholte Zweitheilung [illegible] einzigen Zelle (Urmutterzelle) ein ganzes [illegible] oder Tausenden von Zellen bestehendes Gewebe [illegible] gehen. Bei der Bildung der Gewebe [illegible] zwischen zwei benachbarten Zellen befindlichen [illegible] wand beiden Zellen gemeinschaftlich [illegible] Erst später bildet sich durch „Differenzierung" [illegible] Schichten in der je zwei Zellenräume trennenden [illegible] eine Mittelschicht (Mittellamelle) aus, [illegible] scheint" jede Zelle von einer eigenen Hautschicht [illegible] und von der Nachbarzelle durch eine Scheidewand (Fig. 42 m), welche man lange Zeit [illegible] Gewebzellen verkittende Masse gehalten [illegible] cellularsubstanz" genannt hat. Häufig [illegible] aber die wachsenden Gewebzellen mehr [illegible] voneinander, indem sie sich abrunden. [illegible] zwischen ihnen kleine Hohlräume (Fig. 44, [illegible] Intercellulargänge. Dergleichen [illegible] auch in sehr geschlossenen, aus dicht zusammenliegenden Zellen bestehenden Geweben vor, [illegible] sehr eng sind (Fig. 15 i, 43 i). Sehr [illegible] cellulargänge sind stets im Merenchym [illegible] stern- und schwammförmigen, vorhanden [illegible] Häufig finden sich auch größere, von [illegible] umschlossene Hohlräume im Zellgewebe [illegible] Behälter ätherischer Oele, Harz (Fig. 19, [illegible] Gummi, Balsam u. s. w. oder von [illegible] Intercellulargänge und Räume eines [illegible] in Communication.

Das Zellgewebe tritt je nach der [illegible] Zellen unter sehr verschiedenen Formen [illegible] sehr verschiedenen Zwecken. Bei allen [illegible] lassen sich drei Hauptarten von Zellgewebe unterscheiden: Hautgewebe, Cambiumgewebe, [illegible] Jedes Pflanzenglied, z. B. ein Blatt, [illegible] ersten Entwickelung aus einem sehr [illegible] wandigen, von Protoplasma strotzenden [illegible] sammengesetzt: Urgewebe (Urparenchym, [illegible] lungsgewebe (Meristem). Die [illegible] des Pflanzentheils gelegenen Zellen [illegible] aber bald in Hautgewebe, während [illegible]

h Streckung von Zellen der Längenachse des Pflanzen-
s parallele Reihen und Stränge dünnwandiger
n bilden, Cambiumstränge. Der noch übrige Theil
Urgewebes verwandelt sich später in Grundgewebe.
Hautgewebe gehören die Oberhaut und der
k. Erstere besteht aus eng zusammenschließenden,
platteten Zellen, und ist an allen grünen und mit
Luft in Berührung befindlichen Pflanzentheilen,
nders an den Blättern mit Spaltöffnungen
hen, d. h. spaltenförmigen Intercellulargängen,
ge nach außen durch gewöhnlich zwei contractile
nförmige, stets chlorophyllhaltige Zellen begrenzt
und durch deren Ausdehnung oder Zusammen-
ung geschlossen oder geöffnet werden können (Fig. 45).
r jeder Spaltöffnung liegt ein kleiner Intercellular-
t, die Athmungshöhle (Fig. 46 a), in welche
zwischen den sie umgebenden Zellen befindlichen
rcellulargänge ausmünden. Die Spaltöffnungen
die nach außen mündenden Oeffnungen des ge-
nten „Intercellularsystems" und bestimmt, die Gase
Luft (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff) in die
nze einzulassen, sowie in der Pflanze durch deren
nilationsproceß frei gewordene Gase in die Luft
uscheiden, Vorgänge, welche man als Athmungs-
ceß (Respiration) der Pflanzen bezeichnet hat.
Zellen der Oberhaut sind an allen grünen Pflanzen-
en noch mit einem zarten, continuirlichen Häutchen
zogen, der Cuticula (Fig. 46 c). Auf der
rhaut kommen zahlreiche Anhangsgebilde vor, welche
s bloße Verlängerungen einzelner Oberhautzellen
, z. B. die einfachen Haare (Taf. 2, Fig. 1),
s Zellenreihen, wie die gegliederten Haare (Fig. 2
3), theils ästige Zellen, wie die Gabelhaare
z. 5), theils aus vielen Zellen zusammengesetzte
ilde, wie die Sternhaare (Fig. 6 und 8), ästige
re (Fig. 7), die Sternschuppen (Fig. 9) und
zen (Fig. 10). Gegliederte Haare mit einem
kleinen Zellen zusammengesetzten Köpfchen an ihrer
pe (Fig. 3) werden gelnopste Haare, und wenn
s Köpfchen als eine ätherisches Oel oder einen
igen Stoff ausscheidende Drüse auftritt, Drüsen-
e genannt. Steife, aus dickwandigen, oft verholzten
n bestehende Haare heißen Borsten; eine Modi-
ion derselben sind die Brennhaare der Nesseln
. 4), wo die einzellige den brennendscharfen Saft
ltende Borste einem Zellenkörperchen aufsitzt, wel-
jene Flüssigkeit ausscheidet und folglich als Drüse
itt. Zu den Anhangsgebilden der Oberhaut ge-
n auch die Stacheln (z. B. diejenigen der Rosen),
nde, aus vielen verholzten Zellen zusammengesetzte
lde, welche sich mit glatter Grundfläche ablösen
n, nicht aber die Dornen, worunter man in der
enschaft verkümmerte, in eine stechende Spitze aus-
nde Aeste oder Zweige von Holzpflanzen versteht.
ten bestehen deshalb wie jeder Baumzweig aus
e, Holz und Mark. Haarförmige Anhangsgebilde
ten auch an den jüngsten Wurzeln vor. Diese
zelhaare sind stets Ausdehnungen einzelner Ober-
zellen (Fig. 15 w und Fig. 16) und bestimmt,
im Boden befindliche Nahrungsflüssigkeit aufzu-
en. — Bei allen Holzgewächsen wird die Ober-
der Zweige später (oft schon im ersten Jahre)
Entwickelung von Kork zerstört, indem in den
hautzellen Tochterzellen entstehen, welche ein an
Stelle der durch sie zersprengten Oberhautzellen
ndes Gewebe bilden. Das ausgebildete Korkgewebe
ht aus fest zusammenschließenden, elastisch-dünn-
digen, meist tafelartig abgeplatteten, bräunlichen,
erfüllten Zellen (Fig. 11, 12, Kork der Birke im
ical- und Horizontalschnitt), und hat jedenfalls
die Bestimmung, die Verdunstung des in dem Pflanzentheil befindlichen Wassers zu verhindern, da Kork bekanntlich das Wasser nicht oder nur sehr langsam durchdringen läßt. Nicht immer entwickelt sich der Kork blos in den Oberhautzellen; oft sind auch die innern Schichten der Rinde der Sitz der Korkbildung. Dann entsteht eine sogenannte Borke, d. h. eine aufreißende Rinde, indem die vor den Korkgewebpartien gelegenen Theile des Rindengewebes dann vertrocknen und aufbersten. Fig. 24 zeigt diese innere Korkbildung auf dem Querschnitt eines jungen Zweigs der schwarzen Johannisbeere (e ist die noch intacte Oberhaut, a r die äußere, i r die innere Schicht des Rindengewebes, k ausgebildetes Korkgewebe, j k eine Schicht junger, in der Entwickelung begriffener Korkzellen). Endlich bildet sich Korkgewebe auch infolge oberflächlicher Rindeverletzungen, wo es die Wundflächen bedeckt (deren Vernarbung bewirkt).

Aus dem Cambiumgewebe gehen die Gefäße, Holz- und Bastzellen hervor. Unter Gefäßen versteht man lange enge oder weite Röhren, welche aus Reihen von Cambiumzellen infolge der Resorption (Auflösung) der die Zellen trennenden Scheidewände entstehen. Je nach der Ausbildungsweise der Verdickungsmasse der Zellenwände unterscheidet man Ring- und Spiralgefäße (Taf. 1, Fig. 23), Treppengefäße (Fig. 26, 27) und getüpfelte Gefäße (Fig. 24, 25). In den Ring- und Spiralgefäßen sind die Querwände immer völlig verschwunden, in den Treppen- und Tüpfelgefäßen dagegen noch vorhanden, aber von Spalten oder Löchern durchbrochen und stets schief gestellt (Fig. 25, 27). Aus kurzen Zellen zusammengesetzte Tüpfelgefäße, welche an den Stellen der Querwände Einschnürungen zeigen, heißen wurm- oder rosenkranzförmige Gefäße (Fig. 24 b). Die Gefäße, welche an ihren Enden gewöhnlich geschlossen, seltener (nur Tüpfel- und Treppengefäße) durch Spalten und Löcher mit einem anstoßenden Gefäß in Communication stehen, kommen in der Regel zu mehrern aneinanderliegend und mit Holz- und Bastzellen zu Bündeln oder Strängen vereinigt vor: Gefäßbündel (Fibro-Vasalstränge, Leitbündel). Taf. 2, Fig 14 zeigt ein Gefäßbündel im Quer- und Längsschnitt (a, Gefäße, b, Bastzellen, c, Holzzellen). Die Gefäßbündel verzweigen sich häufig, besonders in den Blättern, wo ihre feinsten Zweige oft ein kleinmaschiges, bei durchfallendem Licht aus feinen hellen Linien zusammengesetztes Netzwerk bilden, während die stärkern Zweige als Blattnerven oder Blattrippen aus der untern Fläche des Blattes hervortreten. Alle Gefäßbündel einer Pflanze stehen miteinander in Verbindung: sie bilden ein die ganze Pflanze durchziehendes, bis in die feinsten Wurzelfasern und bis in die Blätter, Blütentheile und Früchte dringendes System, welches vorzüglich der Verbreitung der Säfte in der Pflanze dient. Die Holzzellen sind einfache Zellen, deren Wand nach mäßiger Verdickung durch Umwandlung der Cellulose in Lignin erfolgt, worauf diese Zellen nur noch Luft (Gas) enthalten. Ihre Form ist am häufigsten prosenchymatisch (Taf. 2, Fig. 14 c), seltener parenchymatisch (Taf. 1, Fig. 16). Sie sind gewöhnlich getüpfelt, bei den Nadelhölzern stets mit großen behöften Tüpfeln versehen (Taf. 1, Fig. 18). Die Bastzellen, ebenfalls einfache, meist langgestreckte Zellen, sind theils dickwandig, aber dabei biegsam (Bastfasern, Taf. 1, Fig. 9), theils dünnwandig, mit weitem Lumen (Cambiformzellen), der Form nach gewöhnlich pleurenchymatisch, bisweilen unregelmäßig verzweigt (Taf. 1, Fig. 11, 12), bald mit Tüpfelkanälen versehen (Taf. 1, Fig. 10), bald ohne solche. Sie führen lange Zeit

Saft und enthalten oft Krystalle und Alkaloide. Zu dem Bastgewebe sind auch die oben geschilderten Siebröhren und Gitterzellen zu rechnen, von denen die erstern aus Zellenreihen hervorgehen. — Die Gefäßbündel werden bei vielen Pflanzen von Milchsaftgefäßen begleitet, d. h. langen dünnwandigen, oft vielfach sich verzweigenden Röhren, welche mit einem gefärbten, am häufigsten milchweißen Safte erfüllt sind (so bei allen „milchenden" Pflanzen, z. B. dem Salat, den Wolfsmilcharten), der sich in ihnen in strömender Bewegung befindet. Bisweilen bilden diese Gefäße, welche durch Verschmelzung vieler Zellen entstehen sollen, förmliche Geflechte (Taf. 1, Fig. 28, aus dem Stengelknoten der Ackerdistel). Der Milchsaft enthält stets Kautschuk, oft Alkaloide, Harze, Gerbstoffe (z. B. der rothgelbe des Schöllkrauts), Stärkekörnchen u. s. w.; seine Bestimmung ist unbekannt.

Das Grundgewebe besteht gewöhnlich aus parenchymatischen oder merenchymatischen, seltener prosenchymatischen Zellen, welche bald dünn-, bald dickwandig, getüpfelt oder ungetüpfelt sind und gewöhnlich Intercellulargänge zwischen sich haben. Es erfüllt in den Blättern den Zwischenraum zwischen der Oberhaut und den Gefäßbündeln, bildet in den Stämmen und Aesten das Mark und das unter der Haut gelegene Gewebe der Rinde, ferner den größten Theil des Gewebes der Knollen, Fruchtschalen und der Samen. Seine Zellen dienen vorzugsweise dem Assimilationsprocesse, viele auch als Behälter für Reservestoffe. Grundgewebzellen der letztern Kategorie haben oft knorpelige, quellbare Wände (Collenchymzellen, z. B. Taf. 1, Fig. 15, aus den Samenlappen der Lupine). In gewissen Pflanzentheilen verholzt das Grundgewebe sehr bald und dient dann nur durch die Härte und Festigkeit seiner dann immer sehr stark verdickten Zellhäute. Aus solchem verholzten Grundgewebe (Sklerenchym) bestehen z. B. die Nußschalen und die Steinkerne der Kirschen, Pflaumen, Aprikosen, Pfirsichen und Mandeln.

II. Bau und Gestaltung des Pflanzenkörpers und seiner Glieder.

Nur bei den unvollkommensten Gewächsen ist der Pflanzenkörper eine ungegliederte Masse (z. B. bei vielen Pilzen, Flechten und Algen), bei den meisten zerfällt derselbe in verschieden geformte und verschieden organisirte Theile, welche seine Glieder bilden. Als solche sind zu bezeichnen: die Wurzeln, der Stamm mit seinen Aesten, die Blätter, die Blüten, Früchte, Samen. Den Stamm nennt man auch die „Achse" der Pflanze, weil an ihm die Blätter u. s. w. angeheftet erscheinen, und spricht demgemäß von Achsen- und pheriphierischen oder Blattgebilden. Die Blüten und insofern sie aus diesen hervorgehen, auch die Früchte sind zusammengesetzte Glieder, indem sie aus Achsen- und Blattgebilden bestehen, desgleichen die Knospen aller Samenpflanzen.

Die Wurzeln sind gewöhnlich von Erde bedeckt und besitzen im allgemeinen eine dem Mittelpunkte der Erde zustrebende Wachsthumsrichtung. Ihre Enden sind von einer mehrschichtigen Parenchymhülle umgeben, der Wurzelhaube (früher als Wurzelschwämmchen bezeichnet), welche zum Schutz der zarten Spitze, wo die Bildung neuer Zellen stattfindet, bestimmt ist (Taf. 2, Fig. 15 b, w). Oberhalb dieser Hülle erscheint der jüngste Theil der Wurzel mit den schon erwähnten, oft einen dichten Filz bildenden Wurzelhaaren besetzt (Fig. 15 a, b, w h). Im Längs- und Querschnitt erscheint die Wurzel, wenigstens zweisamenlappiger Pflanzen, aus einer Rinde, welche in eine äußere (Fig. 15 b, a r) und eine innere (i r) zerfällt, aus dem cylindrischen Gefäßbündelkörper (g) und dem Mark zusammengesetzt, letzteres pflegt bei allen Wurzeln sehr eng zu sein. Die Wurzeln vermögen keine Blätter zu treiben, sondern blos Nebenwurzeln, durch deren Bildung sie sich verzweigen. Wohl aber werden die verholzten Wurzeln der Laubbäume befähigt, Knospen zu entwickeln, aus denen unter Umständen oberirdische Sprosse (Wurzelsprossen, Wurzelausschläge, Wurzelbrut) hervorgehen können. Die durch unmittelbare Verlängerung des Würzelchens des Keims (s. Samen) entstandene Wurzel, welche als eine nach unten gerichtete Fortsetzung des Stammes erscheint, wird Haupt-, und wenn sie stark entwickelt, Pfahlwurzel genannt. Wurzeln, welche aus dem Stamme entspringen, heißen Adventivwurzeln. Zu ihnen gehören alle Luftwurzeln, welche aus Stämmen und Aesten hervorwachsen, frei in die Luft hinausragen und oft eigenthümlich organisirt sind (z. B. bei den Orchideen und Aroideen der Treppen, die Klammerwurzeln des Epheu, die Stützwurzeln gewisser tropischer Blumen (vgl. Taf. 19, Fig. 9) aus Aventivwurzeln ist auch die Faserwurzel der Getreidepflanzen und vieler andern Gräser, sowie der Zwiebel- und Knollengewächse (Taf. 3, Fig. 10, 11, 14, 16) zusammengesetzt. Die Wurzeln sind entweder ein-, zwei- oder vieljähriger Dauer.

Der Stamm oder die Achse unterscheidet sich von der Wurzel durch die entgegengesetzte Wachsthumsrichtung und durch das Vermögen, unterhalb seiner freien Spitze (Scheitel) Blätter hervorzutreiben, deren welche die Spitze in eine Knospe (End- oder Terminalknospe) umgewandelt wird oder werden kann. In jeder Blattachsel (Blattwinkel) vermögen sich ebenfalls Knospen (Achselknospen) zu entwickeln. Da jede Knospe sich zu einer neuen Achse auszubehnen vermag (s. unten), so besitzt eine mit Endknospen und Achselknospen versehene Achse das Vermögen, sich nicht allein zu verlängern, sondern (durch Streckung der Achselknospen) Nebenachsen, d. h. Aeste zu entwickeln und sich so ein „Achsensystem" umzugestalten. Eine über den Boden sich erhebende Achse wird, wenn sie von mehrjähriger Dauer ist, Stamm, wenn von einjähriger Dauer Stengel genannt, eine unter dem Boden kriechende Rhizom (auch Wurzelstock). Die Rhizome sind oft den Wurzeln ähnlich (Taf. 3, Fig. 6—9), unterscheiden sich aber von jenen durch die angegebenen Merkmale der Achse, und werden je nach ihrer äußern, sehr verschiedenen Form geringelt (Fig. 6), beschuppt (Fig. 7), geglieder (Fig. 8), mit Scheidenblättern besetzt (Fig. 9) u. s. w. genannt. Sie sind stets von mehrjähriger Dauer und besitzen nur Adventivwurzeln. Zu den unterirdischen Achsen gehören auch die Knollen (Fig. 12, 13, 14, 15), kugelige oder längliche fleischige Gebilde, welche Adventivwurzeln treiben und entweder eine einzige Knospe (Endknospe) oder (z. B. die Kartoffelknolle) mehrere in die Oberfläche eingesenkte Knospen (Augen) besitzen. Die Zwiebeln dagegen (Fig. 10, 11) sind richtiger als eine Modification der Knospen zu betrachten (s. unten). Der Stamm oder Stengel hat meist die Form eines Cylinders oder eines sehr in die Länge gezogenen Kegels und ist meist rund, doch häufig auch kantig (drei-, vier- und mehrkantig); seine Formen kehren bei den Nebenachsen oder Aesten wieder. Alle Achsen sind aus Gliedern (Internodien) zusammengesetzt, welche durch „Knoten" (nodi) getrennt sind. Es nennt man diejenigen Stellen, wo ein Blatt oder ein Blattquirl (Wirtel) an der Achse sitzt, mag nun diese Stelle wirklich knotig verdickt sein (z. B. bei dem Grashalmstengel, Nelkenstengel) oder nicht. Aus sehr deutlichen Internodien ist z. B. die sogenannte Quedenwurzel

Rhizom des Sandhafers (Taf. 3, Fig. 9) und enige des Gnadenkrauts (Fig. 8) zusammengesetzt. langgestreckten Internodien bestehende Achsen nennt solche mit „entwickelten", aus kurzen scheiben-igen Internodien zusammengesetzte solche mit „un-ickelten" Internodien. Die Gliederung der Achse rscheidet diese ebenfalls scharf von den Wurzeln.

er Bau der Achse ist in den großen natürlichen eilungen des Pflanzenreichs sehr verschieden. Hier nur der Bau der Achse bei den Samenpflanzen anerogamen Linné's) erörtert werden. Dieser ist ntlich verschieden in den Abtheilungen der einsamen-igen (monokotylen), zweisamenlappigen (dikotylen) nacktsamigen (gymnospermen) Gewächsen. Zu den nokotylen Gewächsen gehören unter andern die er, Rohrarten, Liliengewächse, Palmen u. a. querdurchschnittener Lilien- oder Maisstengel zeigt der Schnittfläche unter der Oberhaut eine mehr weniger breite, aus Grundgewebe bestehende Rinde, uf ein markiges, auch aus parenchymatischen Zellen detes Gewebe folgt, in welchem zahlreiche Gefäß-el zerstreut angeordnet liegen (Taf. 2, Fig. 30). sehr ähnliche Ansicht gewährt ein querdurchschnittner busstock oder Palmenstamm, nur daß hier das engewebe weniger deutlich entwickelt ist und die ßbündel nach außen hin viel dichter zusammen-ängt sind (Fig. 31). Im Längsschnitt betrachtet man die bindfadenförmigen Gefäßbündel bei allen entwickelten Internodien zusammengesetzten Achsen elinig, parallel nebeneinander verlaufen und sich in den Knoten verzweigen und hier oft dichte Ge-te bilden; dagegen bei allen aus unentwickelten ernodien bestehenden (z. B. den meisten Palmen-ämen, den Schwertlilienrhizomen, Fig. 33) in nach in-gekrümmten Bogenlinien auftretenden und sich unter Rinde vielfach verzweigen. Daher liegen hier r der Rinde die Gefäßbündel dicht aneinander ängt, oft ineinander gequetscht. Das Holz der nen und anderer monokotyler Bäume besteht aus en fadenförmigen verholzten Gefäßbündeln (deshalb rholz genannt). Dasselbe ist natürlich unter der e am dichtesten und härtesten, im Centrum des ames dagegen am lockersten und weichsten. Die nokotylen Gefäßbündel sind geschlossen d. h. von andigen Bastfasern umgeben, welche sehr bald ver-n und dann eine Verdickung des Bündels nicht gestatten. Innerhalb dieser Bastzellenscheide n die eigentlichen Gefäße, die Holzzellen und den röhren ähnliche Bastgewebzellen (Fig. 32, die m weiten Zellen sind Gefäße). Die Achse der otyledonen zeigt auf dem Querschnitte immer Kreis von Gefäßbündeln (Fig. 18, 19, 21, 27), den das Grundgewebe in das Mark (Fig. 18 a) die Rinde (b) abgetheilt wird, welche beide durch wischen den Gefäßbündeln befindlichen Markstrahlen inden werden. Durch sämmtliche Gefäßbündel rch erstreckt sich der Cambium- oder Verdickungs-(d), richtiger Verdickungscylinder, da diese aus ngsgewebe bestehende Zone die Achse der Länge durchzieht und bis in die Wurzelspitze hinabreicht, o bis in die Endknospe und überhaupt in jede pe, indem sich der Gefäßbündelkörper der Achse der Wurzel und der ihn durchziehende Cambium-der in ebenso viele Tochterstränge theilt als Neben-eln und Nebenachsen (zunächst Knospen) gebildet en. Jedes Achsengefäßbündel der Dikotyledonen sich deshalb ununterbrochen oder auch periodisch den, indem der innerhalb des Gefäßbündels be-che Theil des Cambiumcylinders nach innen zu Gefäß- und Holzzellen, nach außen hin neue Bastgewebzellen bildet. Durch den Cambiumcylinder wird folglich die Achse verdickt und zwar so lange als die Pflanze lebt, z. B. bei den Bäumen jahrhunderte, ja jahrtausendelang. In allen Zonen, wo ein Unterschied zwischen warmer und kalter Jahreszeit stattfindet, ist der Cambiumcylinder der Stämme nur während ersterer thätig; der Stamm, d. h. der Gefäßbündelkörper, wird hier folglich periodisch verdickt und dies bewirkt, daß der Holzkörper aller unserer Bäume (auch die Nadelhölzer stimmen in dieser Beziehung mit den dikotylen Holzgewächsen überein) auf dem Querschnitt aus concentrischen Zonen zusammengesetzt erscheint, welche bekanntlich Jahrringe genannt werden, weil in der Regel in jedem Jahre (Sommer) sich ein solcher bildet (Fig. 27). Natürlich sind auch diese Holzzonen Cylinder und keine Ringe. Durch den Cambiumcylinder wird jedes Achsengefäßbündel in einen größern innern Theil, den Holztheil, und einen kleinern äußern, den Bastheil, abgegrenzt. Ersterer besteht nur aus Gefäßen und Holzzellen, letzterer aus Bastgewebe (Fig. 12; das Bastgewebe aus den dickwandigen Zellen gebildet). Mit zunehmendem Alter entstehen innerhalb der Gefäßbündel Spalten, welche sich mit Grundgewebe anfüllen: kleine oder secundäre Markstrahlen (Fig. 19, b). Dieselben reichen aus dem Holztheile bis in den Bastheil (Holz- und Bast- oder Rinden-Markstrahlen, Fig. 27). Die Holztheile sämmtlicher Gefäßbündel bilden im Verein mit den großen und kleinen Markstrahlen den Holzkörper, dessen innerste das Mark umgebende Schicht die Kernscheide genannt wird (Fig. 19, a). Das Holz ist bei den einzelnen Holzarten sehr verschieden zusammengesetzt, enthält aber stets Gefäße und zeigt daher auf dem Querschnitt unter dem Mikroskop große (Gefäße) und kleine (Holzzellen) Zellenräume vor (Taf. 3. Fig. 2, 3, 4). Das Bastgewebe enthält immer Cambiform, häufig Siebröhren und Bastfasern. Letztere sind bündelförmig vereinigt und bilden bei manchen dikotylen Bäumen, z. B. bei den Linden, geschichtete Massen, welche auf dem Querschnitt der Achse keilförmig in das Gewebe der Rinde hineinragen (Taf. 2, Fig. 25, b). Auf dem Längsschnitte erscheinen diese Schichten aus netzförmig verzweigten Bastfaserbündeln zusammengesetzt (Fig. 26). Der Längsverlauf der Gefäßbündel in dikotylen Achsen ist entweder geradlinig (in allen aus entwickelten Internodien bestehenden Stengeln), oder hin und her gebogen (in allen Holzstämmen). Die dann zwischen den Gefäßbündeln vorhandenen Spalten werden von den Markstrahlen ausgefüllt, welche sich rechtwinkelig mit den senkrechten Elementen des Holz- und Bastgewebes kreuzen (Fig. 28; a Oberhaut, b c Zellenschichten des Rindengewebes, d Bastgewebe, e Cambiumcylinder, f Holzkörper, g Mark- oder Kernscheide, h Mark m Markstrahl, i Gefäße). Die Markstrahlen bestehen aus mauerförmigem, aus meist dickwandigen und getüpfelten Zellen zusammengesetztem Gewebe (Fig. 29). In dikotylen Stengeln verzweigen sich die Gefäßbündel, welche hier oft nur eine schmale von sehr breiten Markstrahlen durchbrochene Zone bilden, die ein weites Mark einschließt (Fig. 21), oft innerhalb der Knoten, sodaß complicirte Geflechte entstehen, besonders um den Ursprung der Aeste (z. B. im Stengel der gemeinen Saudistel, Fig. 23). Die Gefäßbündel der Stengel enthalten meist nur Ring-, Spiral- und Netzgefäße (Fig. 13; a b Zellenformen, c Gefäßformen), während im Holze der Stämme vorzüglich getüpfelte Gefäße vorkommen. Die Rinde der dikotylen Achsen pflegt aus mehrern Schichten von Grundgewebe, von denen die innere, an die Bastschicht des Gefäßbündelkörpers grenzende gewöhnlich Chlorophyll enthält, (deshalb

Grünschicht genannt, wenigstens bei den Bäumen) zu bestehen, während das Mark meist aus einer Form von Grundgewebzellen zusammengesetzt ist. Bei den Holzgewächsen sind die Bastheile der Gefäßbündel mit dem Gewebe der Rinde innerlich verwachsen und bilden deshalb scheinbar die innerste Schicht der Rinde (deren Bastschicht), mit der sie sich auch im Frühling, wo der Cambiumcylinder von Saft strotzt, von dem Holzkörper abschälen lassen. — Als Beispiel für den Bau der Gymnospermen möge der Stamm der Nadelhölzer dienen. Sein Bau stimmt mit dem des Laubholzstammes bezüglich der allgemeinen Zusammensetzung und der Bildung der Jahrringe des Holzkörpers überein, unterscheidet sich aber wesentlich dadurch, daß 1. das Holz mit Ausnahme der Kernscheide, welche Spiralgefäße enthält, nur aus prosenchymatischen, mit großen behöften Tüpfeln versehenen Holzzellen und aus Markstrahlen besteht (Taf. 1, Fig. 18; m Markstrahl, Taf. 3, Fig. 5); 2. daß die Holzbündel geradlinig verlaufen; 3. daß nur kleine Markstrahlen vorkommen, welche zwischen den senkrechten Holzzellen hindurchgehen. In den Markstrahlen kommen häufig Harzgänge vor. (Taf. 1, Fig. 19). Auf dem Querschnitte des Stammes erscheint das Holzgewebe viel regelmäßiger, weil es nur aus einer Zellenform besteht (Taf. 3, Fig. 1, in der Mitte ein Markstrahl). Die Jahrringe pflegen bei dem Nadelholz schärfer markirt zu sein als bei dem Laubholz, was darauf beruht, daß die gegen Ende des Sommers gebildeten Holzzellen in radialer Richtung zusammengedrückt und viel dickwandiger sind als die vorher entstandenen (Taf. 3, Fig. 2). Uebrigens sind auch bei den Laubhölzern die zuletzt gebildeten Holzzellen jedes Jahrrings radial zusammengedrückt (Fig. 2, 3, 4, Grenze der Jahrringe).

Die Nebenachsen (Aeste) stimmen bezüglich ihres Baues in allen Abtheilungen der Samenpflanzen mit der Hauptachse im allgemeinen überein. Sie gehen aus Knospen durch einfache Streckung von deren Achse hervor. Alle Knospen enthalten nämlich eine unentwickelte Achse, an welcher die unterhalb ihres nackten Scheitels hervorsprossten Blattgebilde sitzen (Taf. 3, Fig. 17, 20, 21). Man unterscheidet Laub- oder Zweigknospen (solche, deren Blattgebilde sich zu gewöhnlichen Blättern entfalten, aus denen folglich durch die Streckung der Achse ein beblätterter Sproß entsteht: Fig. 18, 20, 21, 31), gemischte Knospen (solche, welche außer Blättern auch Blütenknospen an ihrer Achse tragen: Fig. 17) und Blütenknospen (solche, welche entweder aus einer einzigen unentwickelten Blüthe bestehen oder viele Blüten enthalten.) Die Blattknospen der Bäume, wenigstens derjenigen, welche im Herbste die alten Blätter abwerfen, sind gewöhnlich mit einer schützenden Decke von derben Schuppen umhüllt (Fig. 26, 28, 29, 32, 26), seltener nackt (Fig. 30); auf dem Querschnitt betrachtet erscheinen die an ihrer Achse sitzenden, unentwickelten Blätter stets in einer bestimmten Weise zusammengefaltet und zueinander gelagert (Fig. 19, 25, 27). Meist sind diese Knospen sitzend (Fig. 18, 26, 32, 36), selten gestielt (Fig. 24). Ihrer Stellung nach sind die Knospen entweder end- oder achselständig oder Adventivknospen, d. h. an beliebigen Stellen der Achse hervorgebrochen. Eine unverkennbare Aehnlichkeit hinsichtlich des Baues haben mit den Knospen die Zwiebeln, nur daß bei ihnen die Achse als eine niedergedrückte halbkugelige Masse (Zwiebelkuchen, Fig. 11, a), die Blätter als fleischige, dicke sich concentrisch umschließende Schalen (Fig. 11) oder Schuppen (Fig. 10) ausgebildet sind und aus der untern Fläche der Achse zahlreiche Adventivwurzeln hervorbrechen, welche zusammen eine Faserwurzel bilden. Häufig entwickeln sich zwischen den Tochter- oder Brutzwiebelchen (Fig. 11, [illegible]) Knospe der Zwiebelachse verlängern [illegible] irdischen, die Blüten entwickelnden Stengel. Die aus Knospen hervorgehenden [illegible] sehr verschiedenartig gestaltet. Bei den [illegible] gewächsen kommen namentlich zwei Formen [illegible] und Kurzzweige. Erstere sind in der [illegible] und haben entfernt stehende Seiten [illegible] (Fig. 32), letztere sind kurz, dick, gerunzelt oder knotig (Fig. 34) und haben [illegible] Seiten- sondern blos eine Endknospe. [illegible] sind aus mehrern sehr kurzen Jahrestrieben gesetzt, deren Grenzen gewöhnlich [illegible] (die Spuren der hier angeheftet gewesenen [illegible] der Knospe) bezeichnet werden (Fig. [illegible]) bestehen z. B. bei den Eschenzweigen [illegible] aus drei Jahrtrieben. Der gespaltene [illegible] zeigt die innere Zusammensetzung [illegible] ist das Mark, m die Markscheide, [illegible] r'' die Bastschicht, r' und r die [illegible] Rinde). An den Zweigen der entlaubten Sträucher macht sich unter, selten [illegible] knospe, ein bestimmt geformter, oft [illegible] bemerkbar, die Blattnarbe, d. h. [illegible] das Blatt gesessen hat, in dessen Achse [illegible] entstanden ist (Fig. 34 und 35, n, Fig. [illegible]). Blattnarbe befindet sich oft auf einer [illegible] des Zweiges: das Blatt-, richtiger Knospenkissen (Fig. 34, k b, 35). Eigenthümliche Formen der [illegible] sind die Dornen, welche nicht selten [illegible] tragen (Fig. 23), die Ausläufer (z. B. [illegible] beeren), die Stamm- und Wurzelsprosse, [illegible] den Gärtnern gern als Ableger benutzt [illegible] w. Ausläufer, Stamm- und Wurzelsprosse [illegible] stets aus Adventivknospen hervor.

Die Blätter entstehen immer unter [illegible] einer Achse und zwar schon bei deren Entstehung, wo dieselbe noch aus Urparenchym besteht. [illegible] zeigt eine solche ganz junge blattbildende [illegible] Längsschnitt vergrößert; die unterhalb des [illegible] gerundeten Scheitels befindlichen [illegible] ragungen sind ebenso viele in der Entwicklung [illegible] Blätter, der dunkle Körper im Centrum [illegible] biumgewebe, aus welchem später Gefäße [illegible] werden. Aehnlich geschieht die Bildung [illegible] (und zwar sowol gewöhnlicher, als [illegible] und Fruchtblätter) in jeder noch ganz [illegible] Die ausgebildeten Blätter zerfallen in [illegible] (die gewöhnlichen meist grün gefärbten, [illegible] processe dienenden Blattgebilde), Neben- und Deck-, Vor- oder Hochblätter der Laubblätter und Blüten) und [illegible] (s. Blüten). Die Laubblätter sind an [illegible] Achse angeheftet, entweder gestielt oder [illegible] bald einzeln (abwechselnd) gestellt, [illegible] quirl(wirtel)ständig. Ihre Form ist [illegible] verschieden, im allgemeinen entweder [illegible] sammengesetzt. Ein einfaches Blatt [illegible] einer einzigen mit dem Stiel innig [illegible] scheibe (Blattspreite, Blattfläche, [illegible] Fig. 1 und 2 auf Taf. 4, ein zusammengesetztes gegen aus mehrern (mindestens [illegible]) (Blättchen), welche mit einem ihnen [illegible] Blattstiel durch Gliederung (Articulation) [illegible] sind, z. B. Fig. 7 auf Taf. 4. Eine [illegible] ganz und ganzrandig sein (Fig. 1), [illegible] gesägt (Fig. 2), gezähnt, gekerbt, [illegible] u. s. w., ferner gelappt (Fig. 3, [illegible] gleich ganzrandiges Blatt), oder [illegible]

andtheiliges Blatt mit eingeschnittenen Theilstücken), der zerschnitten (Fig. 6, ein fiederschnittiges Blatt) . s. w. Die Hauptformen des zusammengesetzten Blattes sind das gefingerte (Fig. 5) und das gefiederte Fig. 7, ein paarig gefiedertes Blatt mit in eine Wickel- inke auslaufendem gemeinschaftlichen Blattstiel, von ner Wicke). Fig. 8 ist ein doppeltgefiedertes Blatt; s gibt auch drei- bis vierfach gefiederte, ebenso doppelt-, eifach- und mehrfach fiederschnittige und fiedertheilige Blätter. Ihrer Structur nach sind die Blätter bald ächenförmig, dünn (die meisten Blätter), bald massig, eichig, saftig (z. B. die Blätter des Hauslauchs, r Aloe, der Zaserblume) und dann oft von mehrern Blächen begrenzt. Die breiten dünnen Blätter zeigen uf einem senkrecht durch die Blattscheibe geführten chnitte unter dem Mikroskop einen sehr übereinimmenden Bau, namentlich bei den dikotylen Gewächsen. ie bestehen nämlich aus einer obern und untern (der ern und untern Fläche des horizontal gerichteten lattes entsprechenden) Oberhaut und zwei Schichten n chlorophyllhaltigem Grundgewebe, deren obere aus strecken fest zusammenschließenden, die untere dagegen as merenchymatischen, sehr locker verbundenen und weite ntercellulargänge und Räume zwischen sich lassenden ellen gebildet ist (Taf. 2, Fig. 34: o e, obere, u e ntere Epidermis oder Oberhaut, o p obere, u p untere arenchymschicht, s p Spaltöffnung). In der untern ichern Gewebschicht verlaufen stets die Gefäßbündel, elche aus der Achse durch den Stiel in die Blattscheibe intreten und sich hier in bestimmter aber höchst verhiedener Weise verzweigen, z. B. federförmig (Taf. , Fig. 1, 2, 5, 6, fiedernervige Blattscheiben, oder andförmig (Fig. 4, handnervige Blattscheibe). Die Thätigkeit (das Leben) der Laubblätter dauert entweder eine Vegetationsperiode (d. h. einen Sommer) der mehrere Jahre, in welchem Falle die Blätter eine derartige Consistenz zu bekommen pflegen. Pflanzen it solchen mehrere Jahre lebensthätig bleibenden lättern heißen, weil sie im Sommer und Winter lätter haben, immergrüne (z. B. die Nadelhölzer, die rangeriegewächse, der Epheu, die Myrthe), im Gegenatz zu den sommergrünen d. h. denjenigen, welche alle ahre ihre Blätter erneuern und nur vom Frühling is Herbst beblättert erscheinen. — Neben oder Afterlätter (stipulae) sind meist kleine Blattgebilde, welche ie Bestimmung haben, ein sich entwickelndes Laubblatt u umhüllen, zu bedecken und folglich zu schützen. Das aubblatt befindet sich daher immer zwischen zwei solchen Blattgebilden, welche entweder neben dem Blattstiele ehen (Taf. 3, Fig. 38), oder an den Blattstiel angechsen sind (Fig. 37). Bei manchen Blättern erscheinen ie Nebenblätter in dornige Gebilde (Stipulardornen) umgewandelt (z. B. bei der Robinie oder sogenannten Akazie). Eine sehr eigenthümliche Nebenblattbildung t die Gelentscheide (auch Stiefelchen, ochrea) der nbterichgewächse (Fig. 39). Sie besteht aus zwei m Stengel umfassenden und miteinander verwachsenen, ther eine den Stengel umhüllende Scheide bildenden ebenblättern. Ein ganz anderes Gebilde ist das latthäutchen (ligula) der Gräser (Fig. 40) und anderer onokotyler Pflanzen, ein zartes verschieden geformtes meist farbloses Zipfelchen, welches quer über die lattscheibe an deren Basis gespannt erscheint. Seine estimmung ist unbekannt. — Die Deckblätter bracteae) sind zum Schutz der unter ihrer Decke (in rer Achsel) sich entwickelnden Blüten oder Blütenruppen bestimmt. Sie haben meist ein zarteres Gefüge s die Laubblätter, von denen sie sich außerdem bald urch eine andere Form, bald durch andere oft prächtige ärbung (z. B. rothe, blaue, violette, gelbe, weiße) unterscheiden. Nicht selten bilden Kreise von vielen kleinen oder unter sich verwachsenen Blättern förmliche Hüllen von stern-, scheiben-, schüssel-, becher-, kugelförmiger und anderer Gestalt um ganze Blütengruppen oder auch um Früchte.

Die Blüte (flos) ist ein aus Achsen- und Blattgebilden zusammengesetzter Apparat, zur Erzeugung keimfähigen Samens, also bestimmt für die Fortpflanzung des Gewächses zu sorgen. Eine vollständige Blüte besteht aus der Blütenachse (Blütenboden, thalamus, torus) und den an oder auf derselben eingefügten Blütenblättern, welche vier über- oder umeinander stehende Kreise bilden: den Kelch, die Blumenkrone, die Staubgefäße und den oder die Stempel (Taf. 4, Fig. 27, eine Lindenblüte, vergrößert von oben gesehen: im Centrum der einzige Stempel, sodann ein Kreis zahlreicher Staubgefäße, hierauf 5 Blumenkronenblätter und 5 kürzere mit diesen abwechselnde Kelchblätter). Unvollständig ist die Blüte, wenn einer oder mehrere dieser Blattkreise fehlen (z. B. bei Fig. 31, Blüte von Aristolochia Clematitis, wo blos eine einfache Blütenhülle vorhanden ist). Vollkommen heißt die Blüte, wenn sie keimfähigen Samen hervorzubringen vermag, d. h. wenn sie Stempel und Staubgefäße enthält, unvollkommen, wenn der Stempel oder die Staubgefäße fehlen. Sind beiderlei Organe vorhanden, so ist die Blüte zugleich eine Zwitterblüte; enthält sie nur Staubgefäße, so wird sie eine männliche, wenn nur Stempel, eine weibliche genannt. Fehlen beiderlei „Geschlechtsorgane", so ist sie geschlechtslos.

Die Blüten sind bei jeder Pflanze in bestimmter Weise angeordnet, im allgemeinen entweder end- oder achsel- oder seitenständig (an der Seite einer Achse neben einem Blatte oder demselben gegenüberstehend). Bildet der blütentragende Theil einer Achse eine bestimmt geformte, von den nicht blütentragenden Theilen mehr oder weniger abgegrenzte Gruppe, so heißt derselbe ein Blütenstand (inflorescentia). Solche Blütenstände sind z. B. die Aehre, Traube, Dolde, das Köpfchen, Kätzchen, der Zapfen u. s. w. (Fig. 9 bis 26). Die Blütenstände zerfallen in begrenzte und unbegrenzte. Bei ersterm steht eine Blüte (die älteste) an der Spitze (am Ende) der die Blüten tragenden Achse (der Blütenstandsspindel); um dieselbe herum entwickeln sich entweder unmittelbar Blüten (jüngere) oder Nebenachsen, welche wieder durch eine Blüte „geschlossen" werden, um welche herum dann Blüten oder Nebenachsen dritter Ordnung entstehen u. s. f. (z. B. Fig. 24, eine „dichotomische" d. h. gabeltheilige „Trugdolde"). Bei den begrenzten Blütenständen muß folglich das Aufblühen der einzelnen Blüten von der Mitte des ganzen Blütenstandes nach dessen Peripherie hin erfolgen: centrifugal. Bei den unbegrenzten Blütenständen stehen die ältesten Blüten an der Basis, die jüngsten gegen das Ende hin der Spindel, welche in der Regel in eine nackte sterile Spitze ausläuft; das Aufblühen der einzelnen Blüten erfolgt hier also von unten nach oben (z. B. bei der Traube, Fig. 11) oder, wenn die Spindel verkürzt und infolge dessen die Blüten auf eine Ebene reducirt sind, wie bei der Dolde (Fig. 23), oder wenn die Blüten wegen verschiedener Länge ihrer Stile im eine Ebene zu liegen kommen, wie bei der Doldentraube (Fig. 10), von außen nach innen: centripetal. Zu den unbegrenzten Blütenständen gehören: die Aehre (spica), welche sich von der Traube (racemus) blos durch sitzende Blätter unterscheidet, die Doldentraube (corymbus, Fig. 10), eine Modification der Traube; Das Kätzchen (amentum, Fig. 12, vom Haselnußstrauch), aus eingeschlechtigen, oft hüllenlosen Blüten bestehend, welche unter meist schuppenförmigen Bracteen

sitzen; der Kolben (spadix, Fig. 13, von Arum maculatum), eine fleischige Spindel, auf welcher eingeschlechtige meist hüllenlose Blüten untereinander gemengt oder voneinander gesondert eingefügt sind; der Blütenquirl (verticillus) aus sitzenden oder gestielten Blüten (Fig. 9, von Myriophyllum, wo mehrere Quirle längs einer Achse übereinander eingefügt sind); die einfache und die zusammengesetzte (Fig. 23) Dolde (umbella; wo gestielte Blüten auf einer solchen verkürzten Spindel beisammenstehen; das Köpfchen (capitulum), von der Dolde nur durch sitzende Blätter verschieden, und das Blütenkörbchen (calathium, Fig. 14—22). Bei diesem Blütenstande sitzen gewöhnlich sehr kleine Blüten dicht zusammengedrängt auf einer verkürzten Spindel, welche flach, scheibenförmig (Fig. 15), kegelförmig, (Fig. 16, 17), walzenförmig (Fig 22), kugelig, halbkugelig, convex oder concav und von einem oder mehrern Kreisen kleiner, meist schuppenförmiger, oft sehr eigenthümlich geformter und häufig untereinander verwachsener Brakteen umgeben ist, die zusammen die Korbhülle oder der Hüllkelch genannt werden (Fig. 15, 18, 19, 21). Die verkürzte Spindel (der Fruchtboden, receptaculum) ist entweder nackt (Fig. 15, 17) oder zwischen den Blüten mit Haaren, Borsten oder steifen Blättchen (Spreublättchen, Fig. 16, 22, a) besetzt. Die darauf eingefügten Blüten sind entweder Zwitterblüten oder eingeschlechtige, selten geschlechtslose. Im ersten Falle haben alle Blüten gleichgeformte Blumenkronen, z. B. bandförmige (Fig. 14, 19), oder trichterförmige (Fig. 22), im zweiten pflegen eingeschlechtige oder geschlechtslose nur in der Pheripherie des Fruchtbodens vorzukommen und entweder zungen(band)förmige Blumenkronen (Fig. 18) oder trichterförmige (Fig. 21) zu besitzen, welche zusammengenommen den „Strahl" des Blütenkörbchens bilden, während die übrigen Blüten dann gewöhnlich Zwitterblüten mit röhriger oder trichterförmiger Blumenkrone sind und dann zusammen die „Scheibe" genannt werden (Fig 18, 21). — Zu den begrenzten Blütenständen gehören die Trugdolde (cyma), welche unter sehr verschiedenen Formen auftritt, am häufigsten als gabeltheilige (dichasium, Fig. 24), der Büschel (fasciculus, Fig. 25), der Knaul (glomerulus), aus kleinen sitzenden, dicht gedrängten Blüten bestehend, die Wickeltraube (cincinnus, cyma scorpioidea, Fig. 26, vom Vergißmeinnicht) und Wickelähre (wenn die Blüten sitzend sind) u. a. m. Straußförmige oder längliche Gruppirungen von Blütenständen, z. B. von Trugdolden, Trauben, Köpfchen, Körbchen, werden Rispen (panicula) genannt. Noch ist zu erwähnen, daß die Blütenstände entweder end- oder achselständig, und bald mit Deckblättern versehen (Fig. 10, 23, 24), bald ohne solche oder nackt (Fig. 13, 29) sind.

Der Blütenboden wird bald nur von dem Ende des Blütenstiels gebildet (Fig. 38) oder er ist convex, halbkugelig, kegelförmig, walzenförmig. In allen diesen Fällen sind die Kreise der Blütenhüllblätter und Staubgefäße unter dem oder den Stempeln oder „hypogynisch" eingefügt (Fig. 27, 30, 38). Der Blütenboden kann aber auch als eine flache oder concave Scheibe oder gar als ein krugförmiger oder hohler Körper ausgebildet sein. Dann pflegen die Kelchblätter mit dem Rande des Blütenbodens verwachsen, dagegen die Blumenkronenblätter und Staubgefäße auf dem Rande des Blütenbodens, d. h. an der Grenze zwischen diesem und dem Kelche eingefügt zu sein (Fig. 28, Durchschnitt einer einfachen Rose). Und da der oder die Stempel das Centrum des scheibenförmigen Blütenbodens einnehmen, so werden die Staubgefäße und Blumenblätter um die Stempel, oder bei einem hohlen Blütenboden, welcher die Stempel umschließt, wenigstens um die Griffel herumstehen, „unterständig" eingefügt sein. Häufig ist er mit dem Blütenboden mit dem Fruchtknoten, d. h. dem werdenden Theile des Stempels, innig verwachsen, erscheint der Fruchtknoten unterhalb der Blüte, er ist „unterständig", und sind die Blumenkronen und Staubgefäße scheinbar auf dem Fruchtknoten „epigynisch" eingefügt (Fig. 29, Narcissus, Aristolochia). Der Kelch (calyx) bildet die Blumenkrone (corolla) die innere Hülle der Blüten. Ersterer ist mitunter doppelt: die äußere ein Außenkelch (epicalyx). Der Kelch ist manchmal auch aus mehrern Kreisen gebildet. Hat eine Blüte nur eine einzige Hülle, so nennt man dieselbe Perigon (perigonium) bei Narcisse und Aristolochia. Alle Blumenkronen entweder aus getrennten Blättern (z. B. Fig. 27 und dem Spindelbaum, Fig. 28) oder aus untereinander verwachsenen Blättern verwachsenblätterige, ganzblätterige oder ganzrandige (z. B. die Blumenkrone von Primula, Fig. 19). Blütenhüllen sind ferner entweder teilweise oder alle ihre Blätter oder Abtheilungen verschieden an Form und Größe (Fig. 27, 29, 30, 34, 34), gleichmäßig (Fig. 31, 33, 35, 36, 37). Bemerkenswerthe Formen der unregelmäßigen Blumenkrone, und zwar der verwachsenblättrigen, sind bandförmige (Fig. 14, 18), die zweilippige, die maskirte und gespornte (Fig. 35); die getrennblätterigen ist die schmetterlingsförmige eine der auffallendsten. Der Kelch ist oft größer als die Blumenkrone (Fig. 27, 36), meistens grün gefärbt und von krautiger Beschaffenheit, aber größer als die Blumenkrone, von grüner und bunter Färbung, z. B. beim Sturmhut, gleich unregelmäßig und zwar helmförmig. Bei dieser Pflanze sind die Blumenblätter unter dem obern gewölbten Kelchblatt versteckt als gestielte hohle Kapuzen ausgebildet (Fig. 37). Solche hohle Blumenblätter, desgleichen auch sackförmige Verlängerungen der Blumenkrone, Perigonblätter sondern stets Nektar (Honig), eine süße Flüssigkeit, die oft auch an einer der Blütentheile ausgeschieden wird. Man nennt man früher dergleichen hohle Blütenteile gefäße (nectaria).

Die Staubgefäße (stamina) bestehen aus einem Stiel, dem Staubfaden (filamentum), dem auf oder an demselben befestigten Beutel (anthera), z. B. Fig. 44. Letzterer ist der Theil, weil er den befruchtenden Blütenstaub (pollen) enthält, welcher in seinem Innern entsteht. Der Staubbeutel besteht nämlich aus zwei Hälften, weder ein einziges oder mehrere mit Pollen gefüllte Fächer enthalten und sich zuletzt durch Längsspalte, bald mit Löchern oder Klappen, den Pollen zu entleeren (zu „verstäuben"). Die Antherenhälften werden durch das Band (connectivum) zusammengehalten, welches eine unmittelbare Verlängerung des Filaments (Fig. 45), selten einen auf dem Staubfaden ruhenden Balken bildet (Fig. 46). Oft ist der Staubbeutel dem Filament ganz getrennt und beweglich, eine Magnetnadel eingelenkt: aufliegend (Fig. 44). Fehlt der Staubfaden ganz, so ist der Beutel sitzend (Fig. 32). Der Blütenstaub besteht in der Regel aus isolirten Zellen (Pollenzellen) verschiedener Form; seltener sind die Zellen untereinander verklebt und bilden bestimmte

nassen (Pollinarien), wie z. B. bei den Orchideen. Die Pollenkörner haben gewöhnlich eine doppelhäutige Wandung und sind mit einem stickstoffreichen granulösen Schleim (fovilla) angefüllt. Die äußere Haut ist dick und starr, die innere dünn und sehr dehnbar. In der äußern sind gewöhnlich Löcher oder Spalten vorhanden, durch welche die innere oft blasenförmig hervorragt (Fig. 47, 48). Die äußere ist bisweilen mit vorragenden Leisten, Höckern, Stacheln u. s. w. besetzt, oft von sehr zierlicher Sculptur (z. B. Fig. 49). — Zwischen der Blumenkrone und den Staubgefäßen befindet sich in manchen Blüten ein Kreis eigenthümlich geformter, oft auch Nektar aussondernder Blattgebilde, zusammen Nebenkrone (paracorolla) genannt, z. B. bei der Passionsblume (Taf. 28, Fig. 17). Dahin gehört auch der sogenannte Becher (scyphus) in der Blume der Narcisse (Fig. 29). — Der Stempel (pistillum) besteht aus dem Fruchtknoten (ovarium), dem Griffel (stylus) und der Narbe (stigma). Der Fruchtknoten bildet den untern verdickten Theil des Stempels und trägt — gewöhnlich auf seiner Spitze — eine oder mehrere Griffel, d. h. faden- oder stielförmige, selten blattartige Gebilde, welche mit einer einfachen oder gelappten, gespaltenen, getheilten u. s. w. Narbe endigen (Fig. 39, 41). Bisweilen ist der Griffel seitenständig oder — bei einem vierlappigen Fruchtknoten — grundständig (Fig. 40), häufig fehlt er ganz; dann sitzt die Narbe unmittelbar auf oder an dem Fruchtknoten. Letzterer ist inwendig hohl und zwar entweder mit einer einzigen Höhlung versehen oder durch Scheidewände in Fächer eingetheilt (Fig. 42, Querschnitt eines zehnfächerigen Fruchtknoten). In seinem Hohlraume oder in den Fächern sind die Samenknospen (Pflanzeneier), die sich nach geschehener Befruchtung in keimhaltige Samen umgestalten, in bestimmter Weise befestigt. Die Narbe besteht aus einem lockern Zellgewebe, welches zur Zeit, wo die Befruchtung erfolgen soll, eine kleberige zuckerhaltige Substanz ausscheidet. Die Stempel sind entweder reine Blattgebilde oder gleichzeitig Achsen- und Blattgebilde. Jeder oberständige Stempel ist ein Blattgebilde; er besteht entweder aus einem einzigen, zusammengekrümmten und mit seinen Rändern verwachsenen Blatte (Fruchtblatt, Karpellarblatt) oder aus mehrern solchen zusammengewachsenen Blättern. Dann pflegt die Zahl der Griffel oder Narben die Anzahl der Karpellarblätter anzugeben (z. B. Fig. 41). Ein unterständiger Fruchtknoten ist dagegen großentheils ein Achsengebilde, denn er wird in der Hauptsache von dem hohl entwickelten Blütenboden gebildet, in welchem die Karpellarblätter eingewachsen sind. Letztere bilden auch hier stets den oder die Griffel und Narben. Ist ein concaver Blütenboden mit dem Fruchtknoten innig verwachsen, so erscheint letzterer zur Hälfte unterhalb, zur Hälfte oberhalb (innerhalb) der Blütenhüllen: halb unterständiger Fruchtknoten. Einfache, aus einem Karpellarblatt gebildete Stempel kommen gewöhnlich in Mehrzahl, oft zu vielen, ja zu Hunderten (z. B. bei manchen Ranunkelgewächsen) in einer Blüte vor. Bisweilen befindet sich unter einem oberständigen Stempel eine Nektar absondernde Scheibe (discus hypogynus), welche dann oft auch die Staubgefäße trägt (z. B. bei Evonymus, Fig. 30). — Noch sind die Verwachsungen zu erwähnen, welche bei den Staubgefäßen und Stempeln vorkommen. Bei ersteren können entweder die Staubfäden oder die Staubbeutel verwachsen sein; im letztern Falle bilden diese eine Röhre, durch welche sich der Griffel des Stempels hindurch erstreckt (Fig. 20). Selten kommt eine Verwachsung der Staubbeutel mit dem Griffel vor, der dann als ein fleischiges voluminöses Organ entwickelt zu sein pflegt (bei allen Orchideen, desgleichen bei Aristolochia, Fig. 32). Sehr häufig sind Verwachsungen einfacher Blattpistille zu einem scheinbar einzigen (zusammengesetzten) Stempel.

Die in dem Fruchtknoten befindlichen Samenknospen müssen befruchtet werden, wenn sie sich in keimhaltige und keimfähige Samen umwandeln sollen. Die Befruchtung wird eingeleitet durch Uebertragung des Blütenstaubs auf die Narbe. Hier dehnt sich die innere Haut der Pollenkörner durch Einwirkung der Narbenfeuchtigkeit aus und tritt schlauchförmig durch die Oeffnungen der äußern heraus (Fig. 50). Diese Pollenschläuche dringen hierauf durch das um diese Zeit aufgelockerte Gewebe des Griffels in die Fruchtknotenhöhle oder in deren Fächer, ja bis in die Samenknospen hinein (Fig. 51, Längsdurchschnitt eines Stempels zur Zeit der Befruchtung, schematisch). Letztere, nur aus Grundgewebe bestehend, enthalten in ihrem Innern eine große Zelle, den Keimsack (Fig. 51, e, 52, Samenknospe von Lamium purpureum) und sind gewöhnlich von zwei Häuten umgeben (Knospenhäuten), welche an der Spitze der Samenknospen von einem auf den Keimsack zuführenden Kanal (Knospenmund, Mikropyle) durchbrochen erscheinen. Durch diesen Kanal dringen die Pollenschläuche in die Samenknospen (d. h. in eine Knospe nur je ein Pollenschlauch) und legen sich an den Keimsack an, in dessen Scheitelgegend sich dann zwei Zellen, die Keimbläschen, befinden (Fig. 53, oberer Theil des Keimsacks von Lamium purpureum im Moment der Befruchtung). Durch diese Berührung wird die eine der beiden Zellen, und zwar die zweite, vom Pollenschlauchende entfernteren, befruchtet, d. h. veranlaßt, sich schlauchförmig nach unten auszudehnen und in ihrem untern Ende eine Zelle zu bilden, wodurch ein kleiner kugeliger Zellenkörper entsteht, das Keimkügelchen (Embryokugel), die erste Grundlage des Keimes (Fig. 54, ein frei präparirter Keimsack, Fig. 55, der untere Theil desselben von derselben Pflanze). Während oder schon vor der Bildung des Keimkügelchens füllt sich der Keimsack mit einem nährstoffreichen Zellgewebe (Endosperm, Fig. 54, 55) an, welches für die Ernährung des sich entwickelnden Keimes zu sorgen hat. Indem nun das Keimkügelchen zum wirklichen Keime (embryo) sich ausbildet und die Knospenhäute zur Samenschale werden, gestaltet sich die befruchtete Samenknospe, zugleich an Umfang zunehmend und ihre Form verändernd, zum Samen (semen) um. Dieser besteht entweder nur aus der Samenschale und dem Keime (z. B. bei der Bohne, Fig. 59, halbirte Bohne) oder enthält außer dem Keime noch einen „Eiweißkörper" (Sameneiweiß), welcher den Keim entweder umschließt oder demselben seitlich anliegt (z. B. bei den Getreidearten, Fig. 56, a Eiweiß, b Keim) oder von ihm umschlossen wird und immer ein Rest des Endosperms ist. Seine Zellen sind stets mit Reservestoffen erfüllt. Der ausgebildete Keim besteht aus dem Knöspchen oder Federchen (plumula), dem Würzelchen (radicula) und dem Achsentheil oder Stengelchen (caudiculus, hypokotyles Glied), an welchem die Samenlappen (Kotyledonen) befestigt sind (Fig. 59, c isolirter Bohnenkeim ohne Kotyledonen, b Bohnenkeim mit dem einen Samenlappen in der halbirten Samenschale liegend). Die Mehrzahl der Pflanzen hat zwei Kotyledonen am Keime (zweisamenlappige Gewächse), welche dann stets gegenständig sind, manche (nur eine Anzahl von Nadelhölzern) haben mehr als zwei, stets wirtelförmig gestellte Samenlappen, ziemlich viele dagegen besitzen nur einen (einsamenlappige Gewächse). Dann ist der Samenlappen rings um die Achse des Keimes angewachsen und erscheint als ein sehr verschieden geformtes, bald den Keim mehr oder weniger mantelförmig umschlos-

des Gebilde (Fig. 58, Keim des Roggens, a herausgeschält, vom Kotyledon umhüllt, b im Längsdurchschnitt). Bei zweisamenlappigen Pflanzen sind die Kotyledonen, wenn der Samen keinen Eiweißkörper enthält, immer groß und dick und ihre Zellen mit Reservestoffen angefüllt. Sie bilden dann ausschließlich den Kern des Samens, z. B. bei der Bohne. Der Samen einsamenlappiger Pflanzen besitzt gewöhnlich, derjenige mehrsamenlappiger fast immer einen Eiweißkörper. Aeußerlich macht sich an der Samenschale immer die Stelle bemerkbar, wo der Samen angeheftet war, der Nabel (hilus, z. B. Fig. 59, an dem linken Rande).

Während aus den Samenknospen Samen werden, gestaltet sich die Wandung des Fruchtknotens, indem sie sich vergrößert und mannichfache Structurveränderungen erleidet, zum Fruchtgehäus (pericarpium) um. So wird aus dem Fruchtknoten die Frucht (fructus), wobei der etwa vorhandene Griffel mit abgeworfen wird, seltener stehen bleibt oder wol gar sich vergrößert. Die äußere und innere Gestaltung der Frucht ist ungemein verschieden. Je nach der Ausbildung des Perikarps kann man die zahllosen Formen von Früchten zunächst in trockene und fleischige oder saftige, erstere wieder in aufspringende und geschlossen bleibende eintheilen. Die aufspringenden Trockenfrüchte zerfallen wieder in kapselartige, wo die Wandung des Fruchtgehäuses sich in bestimmter Weise (mit Klappen, Löchern, Spalten, Deckel) öffnet, um die im Innenraume oder dessen Fächern enthaltenen Samen herauszulassen (Fig. 62, 66 bis 71), und in Spaltfrüchte, wo sich die ganze Frucht der Länge oder Quere nach in zwei oder mehrere meist geschlossen bleibende einsamige Stücke theilt (Fig. 63, 65, 72). Zu erstern gehören z. B. die Balgfrucht (folliculus), die sich blos an einer Seite, da wo die Samen angeheftet sind (an der „Bauchnaht"), öffnet (Fig. 62, von Paeonia), die Hülse (legumen), welche mit zwei Klappen von der Spitze nach der Basis zu aufspringt (Fig. 71), die Schote (siliqua), eine ebenfalls mit zwei Klappen, aber in entgegengesetzter Richtung aufspringende und eine als Samenträger dienende Scheidewand enthaltende Frucht (Fig. 69, hier von dem vergrößerten stehengebliebenen Griffel „geschnäbelt"), welche häufig auch als Schötchen (silicula) auftritt (Fig. 70), ferner die sehr verschieden construirte Kapsel (capsula), welche bald mit Klappen aufspringt (Fig. 68), bald ringsherum (Fig. 66), bald mit einem Deckel (Fig. 67, vom Bilsenkraut) und sowol aus einem ober- als unterständigen Fruchtknoten hervorgehen kann, während die vorhergenannten Fruchtformen sich nur aus einem oberständigen Fruchtknoten entwickeln. Unter den Spaltfrüchten sind die doppeltgeflügelte Frucht der Ahorne (Fig. 65), die durch Auswachsen der Griffel langgeschnäbelte Frucht der Storchschnabelgewächse (Fig. 63) und die Frucht der Doldengewächse (Taf. 25, Fig. 4, 11) die bekanntesten; zu den seltenern Formen gehört die Gliederschote (Fig. 72, von Hypecoum). Nicht aufspringende Trockenfrüchte sind z. B. die Flügelfrucht der Rüstern (Fig. 64) und Birken, die Nußfrucht (Eichel, Haselnuß, Buchel, Edelkastanie) u. s. w. Die Nußfrucht ist immer von einer aus verwachsenen oft verholzten Brakteen entstandenen Hülle (cupula) mehr oder weniger umgeben, die bei der Eichel als das bekannte becherförmige Schälchen auftritt, bei der Rothbuche und Edelkastanie aber die Frucht (gewöhnlich 2 bis 3 Früchte) als eine vollkommen geschlossene, zuletzt kapselartig mit Klappen aufspringende, äußerlich stachlige Hülle umgibt (Fig. 73, Buchenfrucht). Die fleischigen Früchte zerfallen in Steinfrüchte und Beerenfrüchte. Bei erstern besteht das Fruchtgehäus aus einer äußern dünnen Schale, einer dicken meist fleischig-saftigen Mittelschicht und einer innern steinharten Schicht, welche (geschlossenen hohlen, den oder die Samen enthaltenden Kern (Steinkern) bildet; so bei den Kirschen, Pfirsichen u. s. w. Die Beerenfrüchte, auch die Orangenfrucht und Kürbisfrucht (Gurken) gerechnet werden, enthalten unter einer Schale ein saftiges oft breiiges Fleisch, in welchem Samen liegen. Wenn an der Bildung der Frucht nicht allein der Fruchtknoten, sondern auch Blütentheile betheiligen, die bei der Blüte jetzt erwähnten Fruchtformen meist abfallen, so eine „Scheinfrucht". Zu den Scheinfrüchten gehört die Hagebutte oder Frucht der Rosen (Fig. 74), der genießbare fleischige Theil durch den hohlen Blütenbodens gebildet wird. Zu der Apfelfrucht (pomum) der Fall, wo die Früchte bald als ein- oder mehrsamige Kerne, welche ein Kerngehäuse bilden, entwickelt (wie Birne und Quitte), bald als Steinkerne (wie Mispel, Fig. 74). Die Erdbeere ist eine Scheinfrucht, denn sie wird von dem verdickten fleischig gewordenen Blütenboden gebildet, der an der Oberfläche die eigentlichen Früchte, einsamige, trägt. Bei manchen Pflanzen verwandelt sich ganze Blütenstände in eine Scheinfrucht, wie Feigen- und Maulbeerbaume und bei der Ananas. Die Feige ist eine hohle Blütenstandsfrucht, auf ihrer innern Fläche die Blüten trägt. Durch Verdickung fleischig wird (Taf. 19, Fig. 4). Die Maulbeere ein weibliches kugeliges Kätzchen, durch Verwachsen der fleischig-saftig gewordenen Vorhülle zu einem himbeerartigen Körper geworden. Ananas (Taf. 12, Fig. 2) eine in ähnlicher Weise durch Fleischigwerden der Perigone der dicht nebeneinanderstehenden Blüten entstandener Fruchtkörper, welcher zeigt den Blütenstand der Ananaspflanze (Bromelia) genannt. Zu den Scheinfrüchten werden gewöhnlich auch die Zapfen der Nadelhölzer gerechnet, doch sind dieselben eigentlich nicht hierher, da sie keine Früchte, sondern nur Samen enthalten (s. Coniferen).

III. Lebenserscheinungen der Pflanzen.

Die hauptsächlichsten Erscheinungen des Pflanzenlebens sind das Keimen der Samen, das Wachsen der Ernährung, des Wachsens, der Fortpflanzung und der Tod. Jeder aus einer reifen Samenknospe hervorgegangene Same besitzt die Fähigkeit zu keimen, d. h. seinen Keim zu einer Pflanze zu entwickeln. Dazu ist aber eine gewisse Menge Wärme und Feuchtigkeit und der Zutritt des Lichts erforderlich; möglicherweise spielen auch Elektricität und Magnetismus eine Rolle. Ist der keimfähige, d. h. der einen entwickelungsfähigen Keim und eine hinreichende Menge von Nahrung (im Eiweißkörper oder den Kotyledonen) im Samen in einem der Natur der Pflanze, zu der er abstammt, entsprechenden Medium liegen, wie Wasserpflanzen im Wasser. Der Keimungsprozeß zunächst durch Wärme angeregt und durch die Wärme erhalten: die meisten Samen keimen bei einer Tagestemperatur von + 5 bis 15° R. Das zum Samen tretende Wasser wird dessen Substanz aufgeweicht und von neuem, indem sich dieselben ausdehnen, für den Diffusionsprocess vorbereitet; in die Zellen eindringende Wasser löst das Aleuron auf, welches hierauf durch den Sauerstoff eingedrungenen Luft in seine Bestandtheile zerfällt. Infolge dessen entsteht Kohlensäure, welche entweicht, theils vom Wasser absorbirt zur Lösung etwa vorhandenen Stärkemehls verwendet

n nun chemische Umbildungen der gelösten Stoffe Neubildungen ein, die hier nicht weiter verfolgt en können und deren Endresultat theils die Bil- Von Protoplasma, theils von neuen Zellen ist. in den Kotyledonen oder im Eiweißkörper aufge- herten Reservestoffe werden also aufgelöst und zur ihrung des Keimes verwendet, während sich der- zu einer neuen Pflanze entwickelt. Die Ausdeh- des Keimes beginnt in dem Würzelchen und hört der Entfaltung des Knöspchens auf. Durch die ckung des Würzelchens wird die Samenschale zer- ngt und zwar stets an der Stelle des ehemaligen ypenmundes; hier tritt das Würzelchen hervor, senkt in den Boden und entwickelt sich zur Hauptwurzel, es verkümmert und wird durch eine Faserwurzel st. Durch die Streckung des hypokotylen Gliedes en bei der Mehrzahl der zweisamenlappigen Pflan- die beiden Kotyledonen über den Boden emporge- n, worauf sie sich ausbreiten, grün färben, Spalt- mgen bekommen und die Rolle der Blätter so lange en, bis die ersten Blätter durch Entfaltung des pchens gebildet sind (Taf. 4, Fig. 60). Dasselbe ieht bei der Mehrzahl der Nadelhölzer (Fig. 61, pflanze einer Fichte), wo sich die Kotyledonen zu- sternförmig ausbreiten. Bei allen einsamenlappi- Gewächsen dagegen und auch bei einigen zwei- enlappigen (z. B. bei den Eichen, Wicken) bleiben oder die Samenlappen innerhalb der Samenschale folglich unter dem Boden und spielen blos die le von Nährstoffbehältern. Bei den einsamenlap- en bricht das aus übereinander gestülpten Blatt- eln bestehende Knöspchen aus dem Kotyledon heraus tritt als ein spitzer Kegel aus dem Boden hervor g. 57, keimendes Maiskorn im Längsdurchschnitt). lange die Keimpflanze ihre ersten Blätter noch nicht ent- et hat, wird sie blos durch die Reservestoffe der Kotyle- en oder des Eiweißkörpers ernährt; sowie aber die Blät- des Knöspchens entfaltet sind, ist sie selbständig ge- den, d. h. im Stande, sich von den Stoffen des Bodens der Luft zu ernähren, indem sie dieselben „assimilirt". Die im Boden wurzelnde und mit Laubblättern ver- ne Pflanze ernährt sich blos von unorganischen ffen. Nächst dem Wasser, welches sie vorzugsweise Boden entnimmt, und der Kohlensäure, welche sie ptsächlich aus der Luft erhält, sind Ammoniak, etersäure, schwefelsaure, phosphorsaure und kiesel- re Salze (Verbindungen dieser Säuren mit Kalk, i, Natron, Magnesia u. s. w.), endlich Eisenver- ungen die wichtigsten. Alle diese mineralischen ffe können nur dem Boden entnommen werden; der Luft wird außer Kohlensäure noch Sauerstoff- Stickstoffgas aufgenommen, letzteres jedoch nach- iesenermaßen von der Pflanze nicht verarbeitet Bei Verbrennung einer Pflanze werden der Kohlenstoff, cher stets die Hauptmasse jeder Pflanzensubstanz bil- desgleichen das Wasser und der Stickstoff zerstört ebrannt), während die andern genannten Stoffe als he zurückbleiben; deshalb werden die letztern auch „Aschenbestandtheile" der Pflanzen genannt. Dieselben ffen im aufgelösten oder im Wasser lösbaren Zu- ide im Boden sein oder in einen solchen Zustand rgeführt (aufgeschlossen) werden, sollen sie mit dem sser von den Wurzeln aufgenommen werden. Das uschließen" der Mineralstoffe scheint durch Säuren zu chehen, welche von den Wurzeln selbst ausgeschieden den (vorzüglich Kohlen- und Oxalsäure). Die Auf- gung der flüssigen Bodennahrung wird durch die rzelhaare bewirkt. Diese sind deshalb mit den dentheilchen (Sand- und Erdklümpchen) innig ver- chsen (Taf. 2, Fig. 17). Die Gase der Atmosphäre werden von den Blättern und zwar durch die Spalt- öffnungen aufgenommen. Auch vermögen die Blätter und alle mit einer Oberhaut überzogenen oberirdischen Pflanzentheile tropfbar flüssiges Wasser (Regen, Thau) durch die Membranen der Oberhautzellen aufzusaugen. Die von den Wurzeln aufgesaugte Nährflüssigkeit des Bodens wird nun als roher Nahrungssaft durch die Achse und deren Verzweigungen, und zwar innerhalb des Holztheiles der Gefäßbündel bis in die Blätter emporgeführt, woselbst sie mit den Gasen der Atmosphäre in Berührung kommt. Durch die Thätigkeit des Chlorophylls (s. o. S. 5) wird die Kohlensäure der Luft unter der Mitwirkung von Licht und Wärme zersetzt. Auch der rohe Nahrungssaft, welcher schon unterwegs vielfache Veränderungen erlitten hat, wird in seine Bestandtheile zerlegt und nun aus diesem und dem freigewordenen Kohlenstoff der Kohlensäure unter dem oxydirenden Einflusse des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs eine bildungsfähige (plastische) Flüssigkeit hergestellt, aus welcher theils Protoplasma, theils die Baustoffe neuer Zellen (Cellulose), theils Reservestoffe zu entstehen vermögen. Dieser Bildungsstoff wird aus den Blättern durch gewisse Bastgewebzellen der Gefäßbündel (Leitzellen) in die Achse geleitet und circulirt hier innerhalb des Bastgewebes, sich im allgemeinen nach unten zu bis in die Wurzeln verbreitend, überhaupt aber überallhin (daher auch aufwärts zu den über den assimilirenden Blättern befindlichen Pflanzengliedern, z. B. Blüten und Früchten) dringend, wo seine Gegenwart zur Ernährung bereits vorhandenen oder zur Bildung neuen Zellgewebes nothwendig ist. Alle diese Vorgänge zusammengenommen bilden die Saftbewegung in der Pflanze. Die bei derselben thätigen Kräfte sind noch nicht genügend ermittelt; jedoch ist so viel gewiß, daß bei dem mit bedeutender Gewalt erfolgenden Aufsteigen des rohen Nahrungssaftes eine von unten her wirkende Wurzeldruckkraft und eine durch die Verdunstungen des Wassers in den Blättern eingeleitete abwärts saugende Kraft die Hauptrolle spielen, während bei der Circulation des Bildungssaftes vorzüglich chemische Kräfte (Anziehungen) thätig zu sein scheinen. Die Umwandlung der von außen aufgenommenen anorganischen Stoffe in Pflanzensubstanz, welche durch die Thätigkeit des Chlorophylls eingeleitet und im Grundgewebe der Rinde u. s. w. vollendet wird, heißt die Assimilation. In den Blättern geht dieselbe Hand in Hand mit der Respiration (Athmung), d. h. der Aufnahme und Ausscheidung von Kohlensäure und Sauerstoff, ein Vorgang, welcher für das Leben der Pflanze ebenso wichtig ist, als das Athmen für das Leben der Thiere. Und zwar werden am Tage, besonders im Sonnenlicht, durch die Blätter große Mengen von Kohlensäure aus der Luft aufgenommen und große Mengen von Sauerstoffgas in die Luft ausgeschieden; bei Nacht ist der Proeß ein umgekehrter, doch sind die Mengen von Sauerstoff, die dann die Pflanze der Luft entnimmt, und die Mengen von Kohlensäure, welche sie ausscheidet, viel geringer als am Tage. Durch die vorzugsweise von den Blättern unterhaltene Verdunstung von Wasser oder den Proeß der Transpiration werden der Luft auch sehr bedeutende Mengen von Wasser zugeführt. Hierdurch und durch die Sauerstoffausscheidung tragen die Pflanzen wesentlich zur Verbesserung der Luft bei, machen sie für Menschen und Thieren angenehmer zu athmen und für deren Blutbereitung zuträglicher. Deshalb ist die Waldluft so angenehm, so frisch und gesund, die Luft in großen Städten dagegen so ungesund. — Gleichzeitig mit der Assimilation, als deren Endresultat die Ablagerung von Reservestoffen

in Samen, Stamm, Wurzeln und Knospen zu bezeichnen ist, erfolgt die Secretion, d. h. die Ausscheidung oder Ablagerung von Stoffen, welche für das Leben der Pflanze gleichgültig zu sein scheinen, für den Menschen aber oft von hoher Bedeutung sind, z. B. Wachs, Gummi, ätherische Oele, Harze, Balsame, Farbstoffe, Kautschuk, Alkaloide u. s. w.

Durch die Ernährung wird das Wachsthum der Pflanze ermöglicht. Dasselbe besteht theils in der Bildung neuer Pflanzenglieder (neuer Blätter, Knospen, Nebenachsen, Wurzeln, Blüten u. s. w.), theils in der Vergrößerung bereits vorhandener (Verdickung der Wurzeln und Achsen durch Verdickung der Gefäßbündel und besonders des Holzkörpers, Vergrößerung des Fruchtknotens bei dessen Umwandlung in die Frucht u. a. m.). Das Wachsen beruht theils auf der Bildung neuer Zellen, theils auf der Ausdehnung bereits vorhandener oder der neugebildeten Zellen und auf der Verdickung von deren Membranen. Die Pflanzenglieder wachsen in verschiedener Weise. Bei den Wurzeln und Achsen ist der Sitz der Neubildung von Zellen in den Spitzen und innerhalb des Cambiumcylinders, bei den Blättern (im weitesten Sinne) vorzüglich in deren Basis. Achsen und Wurzeln haben im allgemeinen ein unbegrenztes, die Blätter ein begrenztes Wachsthum, denn ein Blatt vergrößert sich in der Regel nicht mehr, nachdem es sich völlig ausgebildet hat. Das Wachsthum ist ferner verschieden während der einzelnen Jahres- und Tageszeiten. Während es — bei allen ausdauernden, d. h. viele Jahre lebenden Pflanzen, z. B. den Bäumen — im Winter ganz ruht oder wenigstens zu ruhen scheint (die Wurzeln wachsen auch im Winter), steigert sich das Wachsthum im Frühling im Verhältniß als die Wärme steigt und die Tage länger werden und verlangsamt sich wieder im hohen Sommer und namentlich gegen den Herbst hin, bis es im Spätherbst oder schon früher ganz aufhört. Während der Vegetationsperiode, d. h. vom Frühling bis Herbst (bei den blattwechselnden Bäumen und Sträuchern vom Laubausbruch bis zum Laubabfall), ist das Wachsthum bei Tage reger als bei Nacht, in den Vormittagsstunden intensiver als in den Nachmittagsstunden. Die Erscheinungen des Wachsens (ebenso der Ernährung und des Keimens) lassen also eine gewisse Periodicität erkennen, welche vorzüglich in den Einflüssen der Außenwelt, in dem Gange der Temperatur, dem Wechsel von Tag und Nacht u. s. w. begründet ist. Das Leben der Pflanze ist, weil sie im Boden wurzelt und sich daher nicht, wie die Mehrzahl der Thiere, von ihrer Geburtsstätte fortbewegen kann, von der sie umgebenden Natur (von den Standortsverhältnissen) gänzlich abhängig. Diese Abhängigkeit des Pflanzenlebens tritt auch bei dessen wichtigster Aufgabe, bei der Fortpflanzung, auffallend hervor. Die Forschungen der Neuzeit haben überzeugend dargethan, daß die Uebertragung von Blütenstaub einer Zwitterblüte auf deren Narbe keinen Erfolg hat, d. h. eine Befruchtung der in dem Fruchtknoten befindlichen Samenknospen nicht bewirkt (wenigstens bei der Mehrzahl der bisher in dieser Beziehung beobachteten Pflanzen), sondern daß eine Befruchtung nur dann eintritt, wenn der Pollen der einen Blüte auf die Narbe einer andern Blüte gelangt (also durch Kreuzung). Abgesehen von den Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüten, bei denen eine Selbstbefruchtung nicht vorkommen kann, hat die Natur durch die verschiedenartigsten Einrichtungen der Blüten, welche hier nicht erörtert werden können, die Selbstbefruchtung unmöglich zu machen gesucht. Die Uebertragung des Pollens aus einer Blüte in die andere wird nun vorzüglich durch Insekten vermittelt (bei Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüten auch durch den Wind, es im Wasser schwimmende Gewächse, bewegung des Wassers). Die Fortpflanzung, Bildung keimfähigen Samens, ist folglich von Wind und Wetter, theils von der die Vorgänge der Befruchtung und Keimung.

Bezüglich der Lebensdauer zerfallen in einjährige, zweijährige und vieljährige, in monokarpische, rhizokarpische oder kaulokarpische oder Holzgewächse. Die Pflanzen bleiben nur eine Vegetationsperiode lebendig, die höchstens sechs Monate, z. B. im Frühling aus ihren Samen testens im Herbst, nachdem sie wieder haben, gänzlich zu Grunde (daher nannt). Die zweijährigen Pflanzen Jahre (in der ersten Vegetationsperiode (einen Blätterbüschel), im zweiten Jahr ten entwickelnde Achse, und gehen zeugung der Samen, spätestens im Jahres, zu Grunde. Dasselbe tritt bei pischen Gewächsen ein, nur daß Pflanzenkörper eine Reihe von Jahren er Blüten und Früchte bildet. Diese Zahl beschränkt ist (zu ihnen gehört nannte hundertjährige Aloe, Agave also nur einmal, gleich den zwei- und wächsen; bei allen drei Kategorien Erzeugung des Samens, man könnte gemeiner Erschöpfung, ein. Die perennirenden Pflanzen sind krautartige Rhizomen, welche alljährlich im Frühling Knospen oberirdische Achsen entwickeln, Erzeugung von Samen zu Grunde gehen, die blütenerzeugenden Achsen der einjährigen Gewächse. Aber die Rhizome bleiben Lebensdauer ist unbestimmt. Bei den endlich, welche in Halbsträucher, Sträucher zerfallen, bleibt nicht allein der unterirdische Theil des Pflanzenkörpers, sondern oberirdische, der Stamm mit seinen Aesten, bisweilen Jahrtausende, lebendig. Die Samen zieht hier den Tod der ganzen der oberirdischen Achse nicht nach sich; man sträuchern pflegen diejenigen Achsen, welche zeugt haben, zu vertrocknen. Die Holzgewächse nicht nur einmal, sondern viele mehrere Jahre ihres Lebens; doch tritt bei den Sträuchern die Entwickelung von Blüten Reihe von Jahren ein, also erst, nachdem Zeit bloße Ernährungsorgane gebildet haben, wenigstens der naturgemäße, ist bei allen plötzlicher, sondern ein mehr oder weniger Absterben. Bei den Bäumen umfaßt welches sich bei ihnen theils im allmählichen werden der Aeste, theils in einer Zerklüftung körpers (Hohlwerden des Stammes) einen viele Jahre langen Zeitraum.

Zweiter Theil.

Systematik und Pflanzengeographie oder specielle Botanik.

(Hierzu Taf. 5—31.)

I. Eintheilung der Pflanzen.

Um eine wissenschaftliche Eintheilung der zahllosen Pflanzenformen, welche und im versteinten oder verkohlten Zustande Schichten begraben liegen, zu ermöglichen, nächst nöthig, die Pflanzenformen in Ar-

Gattungen (genera) abzugrenzen und die unter-
ebenen Arten und Gattungen mit bestimmten Na-
zu belegen, wie dies zuerst Linné (geb. 1707,
1778) streng durchgeführt hat. Alle Pflanzen-
viduen, welche bezüglich ihrer äußern und innern
altung und ihrer Lebensäußerungen übereinstimmen
durch ihre Samen wieder Individuen von derselben
altung hervorbringen, bilden zusammen eine Art,
Arten, welche morphologisch bezüglich der wich-
en Organe, d. h. der Fortpflanzungsorgane, eine
ereinstimmung oder wenigstens große Aehnlichkeit
en, bilden zusammen eine Gattung und sind unter-
nder verwandt. So bilden z. B. alle Eichenarten
mmen die Gattung Eiche (Quercus). Die Arten
en gewisse Merkmale, welche sich unverändert ver-
n (oder sollen dergleichen wenigstens haben) und
ch welche sich verwandte Arten voneinander unterschei-
: specifische Merkmale. Andere Merkmale sind
iger constant und ihre Abänderungen, welche bald
b erblich auftreten, bald nicht, bedingen Abarten
rietates), Spielarten (variationes), Rassen u. s. w.
Zahl dieser Abänderungen ist namentlich bei den
lturgewächsen sehr groß. Ueber ihre Entstehungen
) auch über den Ursprung der Arten haben Darwin's
tersuchungen interessante Aufschlüsse gegeben, worauf
r nicht eingegangen werden kann.

Eine auf bestimmten Grundlagen beruhende Anord-
ng der Pflanzengattungen heißt ein Pflanzen-
stem, und zwar ein natürliches, wenn die Ver-
ndtschaft, d. h. die Aehnlichkeit oder Uebereinstim-
ng in der Gestaltung und Entwickelungsweise der
r das Leben der Pflanze wichtigsten Organe, als
rincip der Anordnung zu Grunde gelegt wird, da-
gen ein künstliches, wenn die Eintheilung der Gat-
ngen in bestimmte Kategorien auf willkürlich gewählte
erkmale eines oder mehrerer Organe (z. B. auf die
hl der Staubgefäße und Stempel) gegründet und die
türliche Verwandtschaft der Pflanzengattungen dabei
nz außer Acht gelassen ist. Im natürlichen Systeme
rden verwandte Gattungen in Familien oder Ord-
ngen (ordines naturales), verwandte Familien und
dnungen in Klassen (classes), verwandte Klassen
Abtheilungen (divisiones) u. s. w. gebracht und
Familien, sowie in jeder Familie die Gattungen, in
e Reihenfolge gestellt, in welcher entweder nit den
dern, unvollkommenern Gewächsen begonnen und
hritt für Schritt zu den höhern, vollkommenern em-
rgestiegen oder der umgekehrte Weg eingeschlagen
rd. In dem natürlichen Systeme wird also metho-
h verfahren, weshalb dasselbe auch methodus natura-
genannt worden ist. Ein solches System hat des-
b eine höhere Bedeutung als ein künstliches, wel-
s blos als ein Pflanzenregister betrachtet werden
m. Unter den zu verschiedener Zeit aufgestellten
nstlichen Systemen ist das Linné'sche Sexual-
stem (systema sexuale, so genannt, weil in dem-
ben vorzüglich die Verhältnisse der Geschlechtsorgane
Eintheilungsprincipe benutzt sind) das berühmteste
) jedenfalls auch beste. Hier eine Uebersicht seiner
theilungen und Klassen.

Uebersicht der Abtheilungen und Klassen des Linné'schen Systems.

Pflanzen mit deutlichen Befruchtungsorganen (pl. phanerogamae).

A. Mit Zwitterblüten versehene (pl. monoclinae).

a. Staubgefäße frei, nicht verwachsen.

α. Staubfäden von gleicher Länge.

1. Klasse. Monandria, Einmännigkeit, mit 1 Staubgefäß in jeder Blüte.
2. Klasse. Diandria, Zweimännigkeit, mit 2 Staubgefäßen in jeder Blüte.
3. » Triandria, Dreimännigkeit, mit 3 Staubgefäßen in jeder Blüte.
4. » Tetrandria, Viermännigkeit, mit 4 Staubgefäßen in jeder Blüte.
5. » Pentandria, Fünfmännigkeit, mit 5 Staubgefäßen in jeder Blüte.
6. » Hexandria, Sechsmännigkeit, mit 6 Staubgefäßen in jeder Blüte.
7. » Heptandria, Siebenmännigkeit, mit 7 Staubgefäßen in jeder Blüte.
8. » Octandria, Achtmännigkeit, mit 8 Staubgefäßen in jeder Blüte.
9. » Enneandria, Neunmännigkeit, mit 9 Staubgefäßen in jeder Blüte.
10. » Decandria, Zehnmännigkeit, mit 10 Staubgefäßen in jeder Blüte.
11. » Dodecandria, Zwölfmännigkeit, mit 12 Staubgefäßen in jeder Blüte.
12. » Icosandria, Zwanzigmännigkeit, mit 20—100 und mehr Staubgefäßen, welche auf dem Kelche (perigynisch) eingefügt sind.
13. » Polyandria, Vielmännigkeit, 20—100 und mehr Staubgefäße, welche im Grunde der Blüte (hypogynisch) eingefügt sind.

β. Zwei Staubfäden kürzer als die übrigen.

14. Klasse. Didynamia, Zweimächtigkeit, 2 lange und 2 kurze Staubfäden in jeder Blüte.
15. » Tetradynamia, Viermächtigkeit, 4 lange und 2 kurze Staubfäden in jeder Blüte.

b. Die Staubfäden oder Staubbeutel verwachsen.

16. Klasse. Monadelphia, Einbrüdrigkeit. Alle Staubfäden einer Blüte in ein Bündel (einen Cylinder) verwachsen.
17. » Diadelphia, Zweibrüdrigkeit. Staubfäden in 2 Gruppen (Bündel) verwachsen.
18. » Polyadelphia, Vielbrüdrigkeit. 3 oder mehr Gruppen (Bündel) verwachsener Staubfäden in jeder Blüte.
19. » Syngenesia, die Staubbeutel (stets 5) in einen Cylinder verwachsen, die Staubfäden frei.

c. Die Staubfäden mit dem Stempel verwachsen.

20. Klasse. Gynandria, Mannweibigkeit.

B. Blüten eingeschlechtig (pl. diclinae).

21. Klasse. Monoecia, Einhäusigkeit. Männliche und weibliche Blüten auf einem Individuum.
22. » Dioecia, Zweihäusigkeit. Männliche und weibliche Blüten auf zwei Individuen (männliche und weibliche Pflanzen).
23. » Polygamia, Vielehe. Eingeschlechtige und Zwitterblüten auf einem oder mehrern Individuen gemengt vorkommend.

II. Pflanzen mit verborgenen oder undeutlichen oder gar keinen Befruchtungsorganen (pl. cryptogamae).

24. Klasse. Cryptogamia.

Jede Klasse des Linné'schen Systems ist wieder in Ordnungen eingetheilt. Diese sind nach den verschiedensten Merkmalen gebildet nämlich:

a. nach der Zahl der Stempel oder nach der Zahl der Griffel oder Narben eines Stempels in den ersten 13 Klassen. Dieselben werden benannt: Monogynia, Einweibigkeit (mit 1 Stempel), Digynia (Zweiweibigkeit, mit 2 Stempeln oder Griffeln), Trigynia, Dreiweibigkeit, Tetragynia, Vierweibigkeit u. s. w.;

b. nach der Beschaffenheit der Frucht in der 14. Klasse (Gymnospermia, Nacktsamigkeit, d. h. vier gesonderte Nüßchen in jeder Blüte, und Angiospermia, Bedecktsamigkeit, d. h. eine mehrsamige Kapsel) und in der 15. Klasse (Siliquosae, Schotenfrüchtige, und Siliculosae, Schötchenfrüchtige);

c. nach der Zahl und Einfügung der Staubgefäße, in der 16., 17. und 18. Klasse (dieselben Benennungen, welche die betreffenden Klassen führen: Triandria, Tetrandria, Pentandria u. s. w. bis Icosandria und Polyandria);

d. nach der Vertheilung der Geschlechter in der 19. Klasse (Familie der Korbblütler oder Compositae). Ihre Ordnungen heißen:

1. Polygamia aequalis, gleichmäßige Vielehe (lauter gleichgeformte Zwitterblüten in jedem Blütenkorb).
2. » superflua, überflüssige Vielehe (fruchtbare Röhrenblüten in der Scheibe und fruchtbare weibliche Strahlblüten).
3. » frustranea, vergebliche Vielehe (fruchtbare Zwitterblüten in der Scheibe, unfruchtbare weibliche oder geschlechtslose im Strahl).
4. » necessaria, nothwendige Vielehe (unfruchtbare Zwitterblüten oder männliche in der Scheibe, fruchtbare weibliche im Strahl).
5. » segregata, getrennte Vielehe (alle Blüten gleichgeformte Zwitterblüten, aber jede mit einer besondern Hülle umgeben).

e. Blos nach der Zahl der Staubgefäße in der 26. Klasse (Monandria, Diandria, Triandria, Hexandria);

f. nach der Zahl, Einfügung und Verwachsung der Staubgefäße in der 21. und 22. Klasse (Monandria bis Dodecandria, Icosandria und Polyandria, Monadelphia bis Syngenesia);

g. nach dem Vorkommen verschiedengeschlechtiger Blüten auf einem, zwei oder drei Pflanzenexemplaren einer Art in der 23. Klasse (Monoecia, Dioecia, Trioecia);

h. nach der natürlichen Verwandtschaft in der 24. Klasse (Filices, Farrn, Musci, Moose, Algae, Algen, Fungi, Pilze). Die Algen Linné's umfassen die eigentlichen Algen und die Flechten, zu den Farrn werden auch die Schachtelhalme, Bärlappe und andere Gefäßkryptogamen gezählt.

Linné selbst gestand ein, daß sein System viele Mängel besitze und daß nur eine auf die Verwandtschaft der Gattungen begründete Anordnung eine naturgemäße und wissenschaftliche sein könne. In der That versuchte schon er eine solche Anordnung, indem er eine Anzahl Familien schuf, von denen einige unverändert in alle natürlichen Systeme der Folgezeit übergegangen sind. Das erste wirklich natürliche System wurde von B. de Jussieu (gest. 1776) aufgestellt und von dessen Neffen A. L. de Jussieu (gest. 1836) verbessert und 1789 veröffentlicht. Nach demselben sind noch jetzt die Pflanzen des pariser Botanischen Gartens angeordnet. Die Hauptabtheilungen [illegible] ruhen auf der Gestaltung des [illegible] fast alle spätern natürlichen Sy[illegible] unter andern Benennungen, übergeg[illegible] Jussieu'schen System sind besonders [illegible] das 1813 bekanntgemachte Sy[illegible] dolle (gest. 1841) und das seit 1[illegible] dene System von Endlicher (gest. 1[illegible] (gest. 1869). Das letztere hat [illegible] land, das von Decandolle außer [illegible] ders in den romanischen Staaten [illegible] Anhänger gefunden. Jussieu und [illegible] ginnen mit den niedrigsten Gewächsen [illegible] den vollkommensten, was jedenfalls [illegible] als die umgekehrte Reihenfolge, welche [illegible] Decandolle befolgt ist. Geringere [illegible] die von A. Richard, Batsch, Oken, [illegible] Perleb, Martius, H. Karsten, Lindl[illegible] aufgestellten Systeme gefunden. Wir [illegible] sicht der Hauptabtheilungen desjenigen [illegible] welchem die in der Folge zu schil[illegible] Familien des Pflanzenreichs angeordnet [illegible] des natürlichen Systems, welche als [illegible] Modification des Systems von Endlicher [illegible] trachtet werden kann.

Erstes Reich. **Sporenpflanzen** [illegible] Fortpflanzung durch Sporen, [illegible] oder Zellvereine (ein- und [illegible]

I. Abtheilung. **Lagerpflanzen** [illegible] Blattlose Gewächse.

Klasse I. **Pilzartige** (Ver[illegible] nungen: Pilze, Sch[illegible]

» II. **Algenartige** (Fl[illegible] nungen: Flechten, [illegible]

II. Abtheilung. **Stammpflanzen** [illegible] Sporenpflanzen mit beb[illegible]

Klasse III. **Mit geschlechtlich[illegible] versehene** (Procu[illegible] nungen: Armleuchter[illegible] moose und Laubm[illegible]

» IV. **Mit Geschlechtsa[illegible] dem Vorkeime** [illegible] Ordnungen: Farrn, [illegible] Bärlappe, Wasserf[illegible]

Zweites Reich. **Samenpflanzen** [illegible] phyta). Fortpflanzung durch [illegible]

III. Abtheilung. **Mit Scheinfrüch[illegible]** (Nothocarpae).

Klasse V. **Keim ohne Ketzl[illegible]** tyledoneae). Orob[illegible] blütler (Rhizanthe[illegible]) subtropische Sch[illegible]

» VI. **Keim mit Ketzl[illegible]** ledoneae) oder nack[illegible] (Gymnospermae). Cycadeen, Conifer[illegible]

IV. Abtheilung. **Mit echten Fr[illegible]** carpae).

Klasse VII. **Einsamenlappi[illegible]** ledoneae). Hüche[illegible]

» VIII. **Zweisamenlappi[illegible]** doneae).

1. Unterklasse. **Ohne Blum[illegible]** talae). 7 Ordnu[illegible]
2. » **Mit ganzblätt[illegible] krone** (Gamopet[illegible] nungen.

3. Unterklasse. Mit getrenntblätteriger Blumenkrone (Dialypetalae). 25 Ordnungen.

Dieses System zerfällt also in 2 Reiche, 4 Abtheilungen, 8 Klassen und 68 Ordnungen. Letztern sind ca 300 Familien subordinirt.

II. Schilderung der wichtigern Ordnungen und Familien des Pflanzenreichs.

Erste Klasse.

Pilzartige Sporenpflanzen (Myceliatae).

(Tafel 5 und 6.)

1. Ordnung Pilze (Fungi). Pilze sind chlorophyllfreie Lagerpflanzen, welche sich von organischen Stoffen nähren. Wegen des Mangels an Chlorophyll können sie nämlich nicht assimiliren, müssen daher ihre Nahrung aus organischen, pflanzlichen oder thierischen Stoffen nehmen. Deshalb wachsen die Pilze theils auf oder in Pflanzen und Thieren (lebenden und todten), theils auf oder in pflanzlichen oder thierischen Substanzen (z. B. Brot, frische, getrocknete und eingemachte Früchte, Fruchtsäfte, Stroh, Laub; Milch, Fleisch und Fleischspeisen, Dünger, Excremente u. s. w.) oder wenigstens in einem mit organischen Stoffen gemengten Boden. Indem die Pilze der organischen Unterlage, auf oder in welcher sie vegetiren (ihrem Substrat), die zu ihrer Ernährung nöthigen Stoffe entziehen, wirken sie chemisch zersetzend auf das Substrat ein und veranlassen dessen theilweise oder gänzliche Zerstörung, die bald als Fäulniß, bald als Verwesung auftritt. Sehr viele Pilze, welche sich auf Pflanzen- und Thierleichen, auf pflanzlichen und thierischen Abfällen, auf Excrementen u. s. w. ansiedeln, sind deshalb sehr nützlich zu nennen, indem dieselben deren rasche Zersetzung herbeiführen und verhindern, daß durch langsames Faulen die Luft verpestet werde. Diejenigen Pilze dagegen, welche sich auf oder in lebenden Pflanzen und Thieren mit Einschluß des Menschen) ansiedeln und durch ihre chemisch zersetzende oder gar mechanisch zerstörende Einwirkung Erkranken, ja den Tod ihrer Nahrpflanzen und Nährthiere zu veranlassen vermögen, können sehr schädlich werden. Solche Pilze nennt man Schmarotzerpilze oder parasitische.

Die neuern Forschungen haben ergeben, daß die Pilze nicht durch Urzeugung entstehen, wie früher wenigstens bezüglich der niedrigern allgemein angenommen wurde, sondern nur aus ihren Sporen. Diese sind bei der Mehrzahl einzellig, bei vielen jedoch aus zwei und mehr Zellen zusammengesetzt. Bei der sogenannten Keimung treiben die Sporen (und dies gilt von den Fortpflanzungszellen fast aller Sporengewächse) Schläuche oder Fäden (Keimschläuche, Keimfäden, Taf. 5, Fig. 1 h, 6 ah, 9 d), welche sich verzweigend bald ein unbestimmt geformtes Geflecht, bald einen bestimmt geformten locker oder dicht gewebten Körper bilden, das Mycelium. Dieses entwickelt die Sporen entweder unmittelbar, indem sich z. B. einzelne Zweige (Schlauchzellen) in Sporen abschnüren (Fig. 4 a, 8 a, 12), oder bildet Sporenbehälter (Sporenfrüchte, Sporangien), worin die Sporen entstehen und welche sich endlich in bestimmter Weise öffnen (Fig. 1 d, 3 a), oder es wächst aus dem Mycelium ein bestimmt geformter, aus verflochten Schlauchzellen zusammengesetzter Körper hervor (Sporenträger, Fruchtträger), welcher die Sporen entweder an seiner Oberfläche oder im Innern (dann oft in Schlauchzellen oder Sporenschläuchen, Fig. 8 c, 9 h) erzeugt. Ein solcher Fruchtträger ist z. B. der meist gestielte Hut vieler Fleischpilze (Taf. 6, Fig. 1—11). Die Sporen selbst zerfallen in Samen-, Dauer- oder Wintersporen, stets doppelthäutige Sporen, welche erst nach einer Periode der Ruhe zu keimen vermögen, z. B. im nächsten Frühlinge; in Sommersporen oder Conidien, stets einzellige und meist nur eine Haut besitzende, welche sofort keimen können, nachdem sie reif geworden sind, und in Schwärmsporen (Zoosporen), von den Conidien nur dadurch unterschieden, daß, bevor sie keimen, sie im Wasser oder in Flüssigkeiten eine Zeit lang munter umherschwimmen, wobei ihnen wimperartige Anhänge als Ruder dienen (Taf. 5, Fig. 4 c, 11). Viele Pilze bringen in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung ganz verschieden geformte Sporen oder Sporenfrüchte hervor oder bilden Sporen und Conidien erzeugende Formen, die sehr voneinander abweichen, oft so sehr, daß sie früher für ganz eigene unverwandte Arten, ja sogar Gattungen gehalten worden sind. So findet sich häufig auf feuchtem Brot und eingemachten Früchten ein flockiger Schimmel, der sich bald mit graugrünen kurzgestielten Köpfchen bedeckt: der graugrüne Brotschimmel (Aspergillus glaucus). Die gestielten Köpfchen sind Conidienträger (Fig. 1 a). Die kugeligen Conidien haben eine feinstachelige Haut (b, keimende Conidie). Später entwickelt oft dasselbe Mycelium am Ende niederliegender Zweige größere, zellige, orangefarbene Kugeln (c, e), welche zuletzt aufplatzen und zahlreiche längliche Schlauchzellen entleeren (d, f), in deren jeder 8 Sporen eingeschlossen sind. Diese einen dunkeln Kern (g) enthaltenden Sporen keimen in gewöhnlicher Weise (h), der Keimschlauch gliedert sich in Zellen (i) und wird, sich verzweigend, zu einem Mycelium, welches zunächst wieder die Conidienform entwickelt. Die Kapselform mit Sporenschläuchen ist lange für einen eigenen Pilz (Eurotium herbariorum) gehalten worden. Beide Fruchtformen wechseln miteinander ab (stehen in Generationswechsel). Wahrscheinlich ist auch der graugrüne Pinselschimmel (Penicillium glaucum), der gemeinste auf allen möglichen Körpern und Substanzen vorkommende Schimmel (Fig. 2), die Conidienform irgendeines höhern oder, was noch wahrscheinlicher, vieler höhern Pilze. — Die Zellen der Pilze sind fast immer schlauchförmig; ihre Wandung besteht nicht aus Cellulose, sondern einem eigenthümlichen Stoffe (Fungin), ihr Inhalt ist immer ziemlich reich an Stickstoff. Nur bei wenigen Pilzen verholzt die Zellwand (z. B. bei den holzigen, viele Jahrzehnte altwerdenden Löcherpilzen), die meisten Pilze sind sehr vergänglich. Die Mehrzahl derselben ist sehr klein, ja sehr viele sind nur durch das Mikroskop zu erkennen.

Die Pilze bilden die größte Gruppe unter allen Sporengewächsen und sind in allen Zonen reichlich vertreten. Sie zerfallen nach der neuesten Klassifikation von de Bary in folgende vier Gruppen (Unterordnungen):

a. Algenpilze (Phycomycetes). Meist sehr vergängliche Pilze, deren Mycelium aus einer einzigen sich vielfach verzweigenden Schlauchzelle besteht, welche an ihren Enden Samensporen bildet und auch Schwärmsporen zu erzeugen vermag. Viele schmarotzen in lebenden Pflanzen, andere vegetiren auf oder in organischen abgestorbenen Körpern, einige im Wasser auf todten und lebenden Thieren. Letztere zeigen viel Aehnlichkeit mit gewissen Algen. Alle sind mikroskopisch. Hierher gehören mehrere der sogenannten Schimmel, z. B. der gemeine Knopfschimmel (Mucor Mucedo, Taf. 5, Fig. 3), ferner der Pilz der Rothfäule (Xenodochus ligniperda, Fig. 12), der Kartoffelpilz (Peronospora infestans, Fig. 4) u. a. Die Bildung der Samensporen geschieht bei vielen dieser Pilze infolge einer geschlechtlichen Zeugung, indem zwei benachbarte

Zweige des Myceliums je einen Ast entwickeln, der sich in eine blasige Zelle umgestaltet. Indem die eine dieser Zellen sich an die andere anlegt (Fig. 10 a), wol gar einen schnabelartigen Fortsatz in dieselbe treibt (Fig. 10 b, c), wird diese befruchtet, d. h. befähigt, in ihrem Innern eine Spore zu bilden (Fig. 10 c). Dagegen bilden sich die Schwärmsporen immer ohne vorhergegangene Zeugung bald in sporenförmigen Zellen (Fig. 4 a b c), bald in kugeligen kapselartigen Behältern (Fig. 11). Außer den die Samensporen erzeugenden Mycelien kommen bei vielen Algenpilzen auch sogenannte Conidienformen vor, d. h. Mycelien, welche unmittelbar an bestimmten Zweigen kleine kugelige Fortpflanzungszellen entwickeln (Fig. 3 d). — Fig. 3. Der gemeine Knopfschimmel (Mucor Mucedo), häufig auf faulem Obst, verderbenden Speisen, Zuckersäften, Mist, graugrüne Röschen bildend. a Myceliumzweig mit einer aufspringenden Sporenfrucht, b Sporen, c geleimte Spore, d Conidien bildender Myceliumzweig, e gekeimte Conidien. — Fig. 4. Der Kartoffelschimmel (Peronospora infestans), dessen Mycelium in den Blättern, Stengeln und Knollen der Kartoffelpflanze schmarotzt und die seit 1843 beobachtete Kartoffelkrankheit verursacht. a sporenerzeugende Zweige des im Gewebe eines Kartoffelblattes wuchernden Myceliums, zu einer Spaltöffnung herausgewachsen, b abgefallene Sporen, deren Inhalt zur Bildung von Schwärmsporen sich getheilt hat, c Schwärmspore, d geleimte Schwärmsporen, e keimende Schwärmspore, deren Keimschlauch in die Oberhaut eines Kartoffelblattes eingedrungen ist, f Zelle einer naßfaulen Kartoffelknolle mit dem Mycelium des Schmarotzers, dessen Schläuche die Stärkekörner umstricken und aussaugen. — Fig. 12. Kleines Stückchen rothfaulen Eichenholzes im Längsschnitt, mit dem Mycelium des Xenodochus ligniperda, dessen Schläuche sich stellenweise in Sporenreihen abgeschnürt haben.

b. Unterhautpilze (Hypodermii). Lauter Schmarotzerpilze, welche im Innern von Pflanzen vegetiren und ihre Sporen oder Sporenfrüchte unter der Oberhaut ihrer Nährpflanze entwickeln; daher der Name. Zuletzt durchbrechen die Sporen oder Sporenfrüchte die Haut und erscheinen an deren Außenfläche als pulverige Häufchen, Striche, Streifen oder als bestimmt geformte Fruchtkörper. Derjenige Theil der Nährpflanze, in welchem sich die Sporen entwickeln, wird immer mehr oder weniger zerstört. Die Hypodermier zerfallen in die Brand- und Rostpilze.

Die Brandpilze (Ustilaginei) haben dunkelfarbige, in Menge gesehen schwarzbraune einzellige Sporen, welche als ein schwarzer Staub die durch ihre Entwickelung zerstörten Pflanzentheile bedecken oder innerlich anfüllen. Hierher gehören die Brandformen der Getreidearten: der Flug- oder Rußbrand (Ustilago Carbo), welcher Hafer und Gerste so häufig befällt, der Beulenbrand des Mais (Ustilago Maydis), der Hirsebrand (Ustilago destruens), der Stengelbrand des Roggens (Urocystis occulta) und der Faul-, Schmier- oder Steinbrand (Tilletia Caries). Bei allen diesen Brandpilzen dringen die äußerst feinen Keimschläuche der Sporen in die junge Pflanze an deren Stengelbasis ein und bilden ein feinfädiges farbloses Mycelium, welches mit der Pflanze in ihr emporwächst und endlich in bestimmten Theilen (z. B. in dem Fruchtknoten) die Sporen in verschiedener Weise bildet. Fig. 5 zeigt bei abc Sporen des Weizen-Faulbrands in verschiedenen Stadien der Keimung. Am Ende des Keimschlauchs entwickeln sich hier fadenförmige secundäre Sporen oder Sporidien (b, c), welche abfallen und feine Keimfäden treiben (d), wol auch längliche Sporidien zweiter Ordnung bilden (e), die ebenfalls keimen; die Sporidien vermögen sich die Brandsporen des Sommers sehr rasch zu verbreiten; nur die eigentlichen Sporen (Samensporen) dienen einem Jahre zum andern zu erhalten.

Die Rostpilze (Uredinei) unterscheiden sich Brandpilzen zunächst durch ihre meist farbigen Sporen, eine Farbe, welche von Fett in den Myceliumschläuchen in Form kleiner vorkommenden orangegelben Oeltropfen herrührt. nimmt ihr Mycelium immer nur einen kleinen Raum innerhalb der Nährpflanze ein, sich unmittelbar an den Stellen entwickelnden schläuche eingedrungen sind und hier bildet. Letztere sind bei vielen Rostpilzen schiedener Form, Entwickelungsweise und hiermit steht eine große Vielgestaltigkeit in Verbindung. Dies gilt besonders von Puccinia, zu der der gemeine Streifenrost Getreidearten (Puccinia graminis) gehört. Hier sind die Samensporen zweizellig, gewöhnlich (in Menge gesehen schwarzbraun), beim Keimen (im Frühlinge) lange, keimschläuche, deren Aestchen an den dien bilden, ein sogenanntes Promycelium. Die rostgelb gefärbten Sporidien keimen Keimschläuche dringen aber nur in die Blätter dorns (Berberis vulgaris) ein, wo lium bilden, aus dem sich ein bedeckter die Oberhaut durchbrechender Fruchtkörper ein sogenanntes Aecidium (Aecidium Berberidis „Becherrost" erzeugt aufrechte Reihen Sporen (c zwei Aecidien im Senkrechten d drei Sporen stark vergrößert). Aecidien geht diejenige sogenannte Spermogonie voraus, welche winzig kleine, ihre unbekannte Körnchen (Spermatien) entlassen schläuche der Aecidiumsporen vermögen Gräser oder Getreidearten einzudringen wird der Weizen befallen), und zwar Spaltöffnungen (g), und veranlassen lichen Rost, d. h. rostgelbe pulverige Blättern, Halmen und Spelzen. Die den durch die Oberhaut hervorgebrochen welche einzellig sind und auf langen Stielen Diese Rostform ist als eigener Pilz, vera, beschrieben worden. Die Uredo rasch, wobei sie lange Schläuche entwickeln breiten dieselbe Rostform sehr schnell mers. Gegen Ende desselben oder dieselben Mycelien endlich die derbwandigen zweizelligen Samensporen (f), und bisher rostgelben Streifen schwarzbraun in die Puccinia umgewandelt. Nicht sitzen einen so complicirten Entwickelungsgang fehlt die Aecidium-, andern wieder die die Rostpilze können sehr schädlich werden, im allgemeinen weniger gefährliche die Brandpilze.

c. Basidienpilze (Basidiomycetes) durch charakterisirt, daß sich ihre fruchtbaren am Ende von Stielchen (Basidien) welche sich aus einer bald an der Oberfläche im Innern eines oft sehr großen Fruchtträgers) befindlichen Gewebeschicht her gehören unter andern die Hutpilze.

Die Hutpilze (Hymenomycetes) im Boden, seltener in der Rinde lebender Bäume oder in todtem und faulem Holz

v., bei den bodenbewohnenden aus fleischi-
tigen Fasern gebildet (Taf. 6, Fig. 1a),
bald als gestielter (Fig. 1 bc), bald als
oft seitlich angewachsener Hut (Fig. 4),
bige oder häutige, unbestimmt geformte
Hausschwamm), bald anders geformt, au
ehr selten der obern) Fläche mit Lamellen,
ndern Vorsprüngen oder mit Röhren und
en, welche mit dem „Hymenium", dem
den Apparat, überzogen oder ausgekleidet
ymenium besteht aus einer Schicht sent-
chzellen, von denen die einen steril (Saft-
pfen), die andern fruchtbar sind und an
ie Basidien mit den Sporen entwickeln
Die Hymenomyceten sind meist große
lopische Formen sowie parasitische Arten
ihnen wenige.
Blätter- oder Plättchenpilz (Agari-
richste Gattung der Pilze (über 1000 Ar-
Hut gestielt, flach oder convex, auf der
mit radial verlaufenden senkrechten La-
ern) besetzt (Taf. 6, Fig. 1, 2), welche
enium überzogen sind. Der ganze Frucht-
Jugend oft von einer weißen fleischigen
ssen (Fig. 6, 9 links), welche später durch
ng des Huts zerrissen wird und dann als
e (volva) am Grunde des Stiels zurück-
o rechts). Oft auch die untere Hutfläche
einer dünnen Membran (Schleier) bedeckt,
utrande und am Stiele befestigt ist. Nach
sen erscheint entweder der Stiel unterhalb
r mit einer Manschette (Ring) versehen
) oder am Rande des Huts mit fleischigen
sen) besetzt (Fig. 1, 11). Stücke der all-
lle bleiben oft auch in Form weißer War-
Oberfläche des Huts zurück (Fig. 9, 11).
er Champignon (A. campestris). Stiel
walzig, ohne Wulst, weißlich, 1—3 Zoll
iß oder bräunlich, beschuppt, anfangs sehr
ter ziemlich flach; Blätter anfangs weiß,
roth. Ein sehr wohlschmeckender gesun-
her auf Wiesen, Aeckern, auf Gartenboden,
hölzen vom Frühling bis zum Spätherbst
d in Mistbeeten künstlich gezüchtet wird.
phalloides, ein sehr giftiger Pilz, durch
e Lamellen, einen Wulst und oben hohlen
bieden.
er gebüschelte Blätterpilz (A. fasci-
ut flach (b, im Durchschnitt), ockergelb,
n Lamellen, Stiel dünn, hohl, weiß. In
eln gesellig an Baumstöcken (besonders in
rn), im Spätsommer und Herbst, giftig,
it dem eßbaren Stockschwämmchen (A.
erwechselt werden, welches auch an Baum-
g wachsend vorkommt, sich aber durch einen
, in der Mitte mit einem gelblichen zacki-
eichneten Hut und bräunlichweiße oder asch-
len unterscheidet.
Der Kaiserpilz (A. caesareus). Von
und Größe des Fliegenpilzes, aber Hut
farbig hochroth, mit einigen großen wei-
; Lamellen und Stiel goldgelb. Höchst
der Pilz, unter Eichen und Kastanien in
und Süddeutschland.
Der Fliegenpilz (A. muscarius). Hut
reit, scharlachroth mit vielen weißen War-
n und Stiel weiß, letzterer mit dicker Wulst
fleischigen Schuppen besetzt, 2—6 Zoll
giftig, gemein in sandigen Wäldern,
den frischen, wol auch den getrockneten
Pilz, in Stücke zerschnitten und mit Milch übergossen zum Tödten der Stubenfliegen, woher der Name.

Fig. 19. Der köstliche Blätterpilz (A. deliciosus), auch Reizker. Hut 1—4 Zoll breit, anfangs fast halbkugelig, dann convex und in der Mitte vertieft, zuletzt fast trichterförmig, oberseits gelb bis orangeroth oder grünlich mit concentrischen Zonen, unterseits ziegelroth, Lamellen und Stiel weiß. Fleisch einen dottergelben Milchsaft enthaltend, färbt sich beim Schneiden oder Drücken grünlich oder bläulich. Dennoch ein eßbarer und sehr wohlschmeckender Pilz, aber leicht zu verwechseln mit dem giftigen Birkenreizker (A. torminosus): Hutrand einwärts gerollt, Blätter blaß fleischfarben, Fleisch mit weißem Milchsaft, Stiel länger, hohl. Beide Pilze wachsen gern in Birkenwäldern.

Gattung Faltenpilz (Cantharellus). Stiel in den Hut übergehend oder fehlend, Unterseite des Huts mit fleischigen an den Stiel hinablaufenden verzweigten Falten besetzt. Hierher gehört der gelbe Pfifferling, Eierschwamm oder Gelbhühnchen (C. cibarius), ein eßbarer, überall in Wäldern häufig wachsender Pilz von etwas scharfem Geschmack und schön orangegelber Farbe (Fig. 5).

Gattung Thränenschwamm (Merulius). Hymenium an netzförmig verbundenen Falten der obern Fläche des ungestielten Huts (Fig. 14). Der Hausschwamm (M. lacrymans), berüchtigt als Zerstörer des Holzwerks in Häusern. Hut fleischig-saftig, unbestimmt geformt, weiß, mit weißflaumigen Rändern, aus denen bei feuchter Luft eine übelriechende Flüssigkeit tropfenweise herausickert. Sporen rosenroth.

Gattung Stachelpilz (Hydnum). Hut scheibenförmig, oft nur halb ausgebildet, ungestielt oder gestielt, bisweilen verzweigt, fleischig, unterseits mit weichen, selten harten Stacheln oder Zapfen, welche vom Hymenium überzogen sind. — Fig. 8. Der wohlriechende Stachelpilz (H. suaveolens), ein schöner, doch ungenießbarer, im Herbst in Gebirgsnadelwäldern vorkommender Pilz mit oberseits weißem, violett gefleckten Hut und violetten Stacheln. Riecht angenehm, wie Heu.

Gattung Löcherpilz (Polyporus). Hut meist ungestielt, seitlich an Baumstämme angewachsen, seltener gestielt, unterseits von feinen Löchern siebartig durchbohrt, Substanz meist hart, holzig oder korkig, von langer Dauer, selten fleischig. — Fig. 4. Der Zunderschwamm (P. fomentarius), besonders an Stämmen der Rothbuche, liefert den bekannten Feuer-, Zünd- oder Wundschwamm. Eine sehr verwandte Art ist der so häufig an Aepfelbäumen vorkommende P. igniarius. — Fig. 15. Der vielköpfige oder doldige Löcherpilz (P. umbellatus), auch Fetthenne und Stockmorchel, ein in Buchenwäldern ziemlich selten vorkommender Erdpilz mit fleischigem, dickem, vielfach verzweigtem Stock, dessen Zweige kleine braune Hüte tragen. Sehr wohlschmeckend.

Gattung der Röhrenpilze (Boletus). Hut meist fleischig, gestielt, unterseits mit eckigen Löchern, den Ausmündungen kantiger Röhren (Fig. 20 b). Fast lauter Erdschwämme. — Fig. 20. Der eßbare Röhrenpilz oder Steinpilz (B. edulis), auch Herrenpilz. Hut 1—3 Zoll breit, dunkellederbraun, Unterseite weißlich, Stiel sehr dick, fleischig, weiß. In Nadelwäldern. Verwandte eßbare Arten: der Kuhpilz (B. bovinus), Butter- oder Semmelpilz (B. confluens) u. a. m.; giftige: der Hexenpilz (B. luridus), von dem ihm ähnlichen Steinpilz durch innerlich karminrothe Hymeniumröhren, violetten, roth gefärbten Stiel und beim Schneiden blau anlaufendes Fleisch verschieden; der Satanspilz (B. Satanas), mit blut- oder braunrothen Mündungen der Röhren; in Laubwäldern.

Die **Bauchpilze** (Gasteromycetes) entwickeln die Basidien im Innern des ebenfalls sehr verschieden geformten Fruchtkörpers, welcher im allgemeinen Peridium genannt wird (im engern Sinne heißt nur die äußere derbe Haut so). Das Innere, Gleba genannt, bildet eine Menge in Kammern abgetheilte Behälter, deren Innenfläche mit einer Hymeniumschicht, Paraphysen und Basidien überzogen ist (wenigstens bei den vollkommensten Bauchpilzen). Zuletzt platzt die Peridie (meist am Scheitel) und läßt die reifen Sporen, welche als dunkles Pulver die Kammern der Gleba anfüllen, entweichen. Größe und Wohnort der Bauchpilze ist sehr verschieden, kein einziger eßbar.

Fig. 24. Der **gemeine Bovist** oder **Pulverpilz** (Lycoperdon verrucosum). Häufig auf Aeckern, Wiesen, Grasplätzen, Triften. Fruchtkörper anfangs fleischig-schwammig, weiß, zuletzt lederbraun, dünnhäutig, innerlich mit dem schwarzbraunen Sporenpulver erfüllt, welches von einer feinfaserigen Masse (dem capillitium), Resten des innern Gewebes, durchdrungen ist. Diese Masse ist als blutungstillendes Mittel angewendet worden. Verwandt ist der besonders gern in Weinbergen wachsende **Riesenbovist** (Bovista gigantea), welcher oft über 1 Fuß Durchmesser erlangt.

Fig. 23. Der **Gitterschwamm** (Clathrus cancellatus). Ein sehr merkwürdiger und schöner Pilz, dessen eiförmiger Fruchtkörper gitterförmig durchbrochen und äußerlich scharlachroth gefärbt ist. Er steckt anfangs in einer weißen fleischigen Hülle, welche nach seinem Durchbruch manschettenförmig deren Fuß umgibt, und gleicht deshalb in seiner Jugend einem Ei. Die Gleba sitzt dem Scheitel der Innenfläche des Gitters an und zerfließt endlich zu einer mit den Sporen gemengten abtropfenden Schmiere. Nahe verwandt mit diesem südeuropäischen Pilze ist der auch in Deutschland in Wäldern vorkommende **Gichtschwamm** (Phallus impudicus), auch **Giftmorchel** und **Eichelschwamm**, welcher anfangs auch in einer Hülle steckt und wie ein Ei ausfließt (Hexeneier) und einen faltigen auf hohem hohlen Stiele stehenden kegeligen grünlichen, oben durchbohrten Hut trägt, von dem die Gleba mit den Sporen als eine entsetzlich aasartig stinkende Schmiere abfließt.

Fig. 13. Der **Topfpilz** (Cyathus Olla). Kleiner auf altem Holz wachsender Pilz, in dessen trichterförmiger Höhlung linsenförmige gestielte Körperchen befestigt sind, welche die Basidien enthalten.

d. **Schlauchpilze** (Ascomycetes). Die Samensporen entwickeln sich in Schlauchzellen (asci, daher Schlauchsporen, Aksosporen), welche bald keulenförmig, bald blasig sind und sich zuletzt am Scheitel öffnen. Die Sporenschläuche bilden sich nur selten unmittelbar aus den Fäden des Mycelioms; gewöhnlich sind sie in einen Fruchtkörper eingeschlossen oder auf dessen Oberfläche mit Paraphysen in ein Hymenium zusammengestellt. Die meisten Schlauchpilze sind klein, ja mikroskopisch, viele Schmarotzer. Größte Abtheilung der Pilze, zu welcher unter andern die **Trüffeln**, **Kern-** und **Scheibenpilze** gehören.

Die **Trüffeln** (Tuberacei). Unterirdische Pilze, die an ihrem den Boden oft weit durchwuchernden Mycelium knollige oft ansehnlich große Fruchtkörper hervorbringen, welche aus einer dicken oft fleischigen Hülle (Peridie) und einem innern Fasergeflecht bestehen, dessen Zweigenden zu blasigen Sporenschläuchen anschwellen. Sporen einzellig, meist stachelig.

Fig. 18. **Gemeine Trüffel** (Tuber cibarium). Bis zur Größe einer Faust, fleischig, wohlriechend, außen und innen schwärzlich, findet sich in manchen Gegenden (um den Harz, in Böhmen, Italien, besonders aber in Frankreich im District Périgord) in Wäldern, namentlich Eichenwaldungen, in lockerm, sandig-thonigem Boden, etwa $1/4$ Elle unter der Oberfläche, wird durch Hunde und Schweine aufgespürt und im Winter gegraben.

Die **Kernpilze** (Pyrenomycetes). Sporenschläuche meist keulenförmig, 8 bald ein-, bald mehrzellige Sporen enthaltend, in flaschenförmigen, selten kugeligen Behältern (Peritheciem) eingeschlossen, welche sich zuletzt am Scheitel öffnen und nur selten unmittelbar vom Mycelium gebildet werden (dann stehen sie einzeln oder traubenweise auf den Myceliumfäden), sondern gewöhnlich in mehrern oder vielen in einen bestimmt geformten Fruchtkörper (stroma) eingeschlossen sind, der aus dem Mycelium hervorwächst. Größte Abtheilung der Schlauchpilze, meist kleine, zum Theil mikroskopische Pilze enthaltend, worunter eine Anzahl parasitische.

Taf. 5, Fig. 7. Der **gemeine Mehlthau** (Erysiphe communis) und **Traubenpilz** (Tuckeri). Die Mehlthaupilze sind „epiphyte" Schmarotzer, d. h. bewohnen die Außenfläche ihrer Nährpflanze, an welche sich ihr gegliedertes Mycelium mittelst Saugwarzen (Haustorien) festklammert (Fig. 8 b). Dieses entwickelt aufstrebende Zweige, welche sich in Conidienreihen abschnüren (Fig. 8 a) und später ein zelnstehende Peritheciem (Fig. 7 b), welche durch ein schlechtliche Zeugung entstehen (Fig. 7 a) und blasig mit einzelligen Sporen gefüllte Schläuche (Fig. 7 c) enthalten. Der gemeine Mehlthau bildet weiße mehlige oder schimmelartige Ueberzüge, welche nach der Entwickelung der Peritheciem dunkel punktirt erscheinen, an den verschiedensten Pflanzen, welche durch ihn bald gänzlich zerstört werden (am häufigsten werden Erbsen von ihm befallen); der Traubenpilz dagegen kommt nur an den Blättern und Beeren des Weinstocks vor und ist die Ursache der berüchtigten Traubenkrankheit, welche namentlich auf Madeira sowie in Süd- und Westeuropa ungeheuere Verwüstungen angerichtet hat und ganze Weinpflanzungen zu vernichten vermag.

Taf. 5, Fig. 9. Der **Mutterkornpilz** (Claviceps purpurea). Das giftige Mutterkorn (a, nat. Gr.) ist kein Auswuchs und keine Degeneration des Getreidekorns, sondern ein Pilz, welcher sich aus den in die Blüten des Roggens und anderer Gräser eingedrungenen fadenförmigen Sporen (k) seiner vollkommenen Fructificationsform (f) entwickelt. Durch Keimung dieser Sporen entsteht nämlich ein schimmelartiges Mycelium (Sphacelia segetum), welches allmählich einen in Fruchtknoten zerstörenden saftig-runzeligen Körper (b) bildet (b), in dessen Höhlungen auf Basidien zahlreiche Conidien abgeschnürt werden (c). Von solchen wird nun auch der „Honigthau", eine süßliche, übelriechende, klebrige Flüssigkeit, welche von der Sphacelia ausgeschieden wird. Allmählich bildet sich dieser Pilz zum Mutterkorn (Sclerotium Clavus) aus, einem „Dauermycelium". Nachdem dies abgefallen ist und eine Zeit lang im Boden gelegen hat, brechen aus ihm kugelige Körperchen hervor (e), die sich zu kleinen Pilzchen mit rothen Stielen und gelblichen Köpfchen (f) entwickeln: Claviceps purpurea. Die Köpfchen sind Fruchtkörper, welche unter ihren Wärzchen (g) Peritheciem mit schlauchreichen Sporenschläuchen enthalten (h). In jedem der letztern sind 8 fadenförmige Sporen (i, k). Durch Keimung der Conidien (d) vermag sich das Mutterkorn (die Sphacelia) während der Blütezeit des Roggens rasch zu verbreiten.

Taf. 6, Fig. 16. Der **Holzkeulenpilz** (Hypoxylon polymorphum). Fruchtkörper holzig, hart, verzweigt, oft geweihförmig, bis über 1 Fuß lang, gelblichweiß mit dunkelfarbigen Spitzen, zuletzt schwarz

r zahlreich, kleine Höckerchen an den
d (Fig. 17, Längsschnitt, schwach ver-
ten Baumstämmen im Herbst. — Fig. 25,
enschorf (Hysterium Fraxini). My-
Rinde abgestorbener Eschenzweige, wo-
die Fruchtkörper entwickeln, welche spä-
Rinde hervorbrechen und als schwarze
Pusteln erscheinen. — Fig. 27—29.
zelpilz (Sphaeria fusca). An faulender
ifig; 27: natürliche Größe, 28: ein Peri-
ängsschnitt, vergrößert, 29: Sporen-
Saftfäden, stark vergrößert.
enpilze (Discomycetes) unterscheiden
Kernpilzen dadurch, daß die Sporen-
Paraphysen gemengt Hymenien bilden,
erfläche des sehr verschieden geformten,
bald sehr kleinen Sporenträgers über-
er gehören unter anderm die fleischigen
ie Morcheln, Becherpilze u. s. w.
3. 10. Der gelbe Keulenpilz (Cla-
Fruchtträger fleischig, strauchartig ver-
gelb, zerbrechlich. In Buchenwäldern,
ndt: der Hirschschwamm (C. Botrytis),
menkohlartig gebildet, hell- bis dottergelb,
lschmeckend, und der Ziegenbart (Spa-
, strauchartig verworrene Massen bildend,
nit abgeplatteten krausen Zweigen, eben-
Beide in Nadelwäldern. — Fig. 21. Die
orchel (Helvella esculenta). Hut 2 —
unregelmäßig gefaltet, schwarzbraun, von
um überzogen, aber einem kurzen, dicken,
lichen Stiele. — Fig. 22. Die Spitz-
orchella esculenta). Hut anfangs kugelig,
rmig, bräunlich, bis 5 Zoll lang, netz-
, hohl, in den Gruben das Hymenium
el hohl, weißlich. Beide eßbar, in Wäl-
en Stellen, besonders auf Kalkboden. —
der Becherpilz (Peziza Acetabulum).
kugelig, hohl mit weiter Mündung, an
che das Hymenium tragend, hellbraun. In
äldern auf feuchtem Boden, selten. Die
jen sind sehr klein, mehrere schmarotzen,
orpha auf dem Lärchenbaum, den sie zum
bringen vermag.
Scheibenpilzen sollen nach den neuesten For-
n M. Rees) auch die Hefe- oder Gä-
: gehören, von welchen bisher als ziemlich
mmen wurde, daß sie aus den Sporen oder
rschiedener sogenannter Schimmelpilze (be-
or- und Penicilliumarten) entständen, wenn
rungsfähige Flüssigkeiten geriethen. Diese
n aus kugeligen, sehr stickstoffreichen Zellen,
urch Sprossung vermehren (Taf. 5, Fig. 13,
ewirken (erregen) den Gärungsproceß und
h bei innern Krankheiten des Menschen und
ine wichtige Rolle zu spielen, vorausgesetzt,
Darmschleim u. s. w. bei Cholera, Ruhr,
, andern Krankheiten aufgefundenen, durch
sich vermehrenden Zellen wirklich Gärungs-
Fig. 14 zeigt bei a einen Pilzfaden aus
, welcher dergleichen Hefezellen entwickelt,
eine derselben, bei c und d sogenannte
e, welche nach Hallier aus den Sporen
pilzen hervorgehen soll. Von allen übri-
unterscheiden sich die stets mikroskopisch
epilze durch den völligen Mangel des My-
elium, welche nicht aus Zellen, sondern blos aus Proto-
plasma bestehen und sich oft langsam fortbewegen. Ver-
mehrung durch Sporen, aus denen bewegliche Schwär-
mer ausschlüpfen. Hierher gehört z. B. die Lohblüte
der Gerber (Aethalium septicum), eine gekrösartige
bis handgroß werdende gelbliche, gallertartige Masse,
welche in der Gerberlohe vorkommt.

Zweite Klasse.

Algenähnliche Sporengewächse (Phycoideae).

(Tafel 7.)

3. Ordnung. Flechten (Lichenes). Lagerpflan-
zen, deren Körper gleich dem Fruchtkörper der Pilze aus
verfilzten Schlauchzellen besteht und welche sich gleich
den Kern- und Scheibenpilzen, denen sehr viele Flech-
ten zum Verwechseln ähnlich sehen, durch Askosporen
fortpflanzen, aber dadurch von allen Pilzen unterschie-
den sind, daß ihr Gewebe chlorophyllhaltige Zellen
(Gonidien) enthält und daß sie sich von unorganischen
Stoffen ernähren, also zu assimiliren vermögen. Da-
von machen nur wenige Flechten eine Ausnahme, in-
dem diese auf Moosen oder auf andern Flechten schma-
rotzen. Die Mehrzahl der Flechten vegetirt an der Luft
und nimmt aus dieser die ihnen nöthige Nahrung
(hauptsächlich Kohlensäure); die Unterlage, auf welcher
die Flechten wachsen (der Erdboden, Baumstämme,
Bretterwände, Zäune, Schindeldächer, Steine, Mauern,
Felsen, Glasscheiben), dient ihnen als bloße Stütze;
nur die auf Kalkgestein wachsenden Krustenflechten, deren
Gewebe stets kalkhaltig ist, müssen den Kalk durch Auf-
lösung in Säure (Kohlen- oder Oxalsäure) in sich auf-
nehmen können.

Der Flechtenkörper besteht aus einem dem Mycelium
der Pilze entsprechenden, verschieden, oft unbestimmt
geformten Vegetationsorgane, dem Thallus, und aus
den aus diesem sich entwickelnden, von ihm getragenen
Früchten, den Apothecien, deren Bau theils den
Perithecien der Kernpilze, theils den Fruchtkörpern der
Scheibenpilze, insbesondere der Pezizen entspricht. Auch
kommen bei den Flechten häufig Spermogonien mit
Spermatien vor. Die Sporen sind meist mehrzellig.
Das Gewebe des Thallus ist entweder aus mehrern
Schichten verschieden geformter Schlauchzellen zusammen-
gesetzt, in welchem Falle die immer kugeligen Gonidien
eine bestimmte Schicht (stratum gonimicum) bilden
(heteromerischer Thallus), oder ziemlich gleichmäßig aus
Schlauchzellen und Gonidien gemengt (homöomerischer
Thallus). Er erscheint bald als eine fest aufgewachsene
dünne oder dicke Kruste (Krustenflechten), bald als
ein der Unterlage aufliegendes, nur im Mittelpunkte
oder durch Wurzelfasern (Rhizinen) befestigtes, am
Rande gelapptes laubartiges Gebilde (Laubflech-
ten), bald als ein aufrechtes verzweigtes Sträuchlein
(Strauchflechten), bald als eine schlaff herabhän-
gende bartförmige Masse (Bartflechten). In trocke-
nem Zustande ist der Thallus hart, knorpelig, oft sehr
zerbrechlich und sind seine Schlauchzellen undurchsichtig,
im feuchten dagegen werden letztere durchsichtig und
biegsam und lassen die meist grün oder gelb, selten
anders gefärbten Gonidien durchschimmern. Deshalb
verändern viele Flechten beim Frucht- oder Trocken-
werden ihre Farbe und sind im feuchten Zustande stets
weich und biegsam, bisweilen gallertartig (Gallertflech-
ten). Manche Flechten enthalten eine stärkeähnliche
nahrhafte Substanz (z. B. das isländische Moos, die
Rentherflechte u. a.), viele einen Bitterstoff, einige
Farbstoffe (z. B. die Orseille und Lackmusflechte); keine
ist giftig.

a. Geschlossenfrüchtige Flechten (L. angio-

ng. Schleimpilze (Myxomycetes). Noch
, vielleicht richtiger zum Thierreich zu stellende
n von pilzähnlicher Gestalt, doch ohne My-

carpi). Apothecien meist kugelig oder warzenförmig, zuletzt sich am Scheitel mit einem Loch öffnend, in innern flaschenförmigen Höhlungen Sporenschläuche und Paraphysen enthaltend (Taf. 7, Fig. 10 c). Meist Krustenflechten. — Fig. 10. Die gemeine Warzenflechte (Pertusaria communis), eine weißgraue, an Steinen und Baumrinde häufig vorkommende Krustenflechte (a nat. Gr., b vergr., c Längsdurchschnitt eines Apothecium mit 2 Perithecien).

b. Nackfrüchtige Flechten (L. gymnocarpi). Apothecien scheiben-, schüssel-, becher-, kopf-, rinnen- oder buchstabenförmig, auf der obern (oft convexen und von einem erhabenen Rande umgebenen) Fläche Hymenien von Sporenschläuchen und Paraphysen tragend (Fig. 12 b).

Fig. 11. Die Becherflechte (Cladonia coccifera), eine auf Heideboden wachsende grauweiße Flechte, aus deren krustigem Thallus sich becherförmige Zweige (Podetien) erheben, die an ihrem Rande die kugeligen rothen Apothecien tragen. — Fig. 14. Das Rentthiermoos (Cladonia rangiferina), eine grauweiße Strauchflechte, auf Heide- und Moorboden wachsend, besonders im Norden weite Strecken, bald allein, bald im Verein mit einer andern Strauchflechte, dem isländischen Moos (Cetraria islandica), bedeckend. Beide Flechten wegen Stärkegehalt nahrhaft, die zweite sehr bitter und schleimig, wird bekanntlich gegen Lungenleiden und Katarrhe angewendet. — Fig. 15. Die gemeine Bartflechte (Usnea barbata), an Baumstämmen, besonders in höhern Gebirgslagen, sehr häufig, mit großen tellerförmigen Apothecien, graugrün. — Fig. 12. Die Linden-Schüsselflechte (Parmelia tiliacea), eine an Baumstämmen, besonders Linden, wachsende Laubflechte von weißgrüner Farbe mit braunen schüsselförmigen Früchten. — Fig. 13. Die Schriftflechte (Opegrapha scripta), eine Krustenflechte, gemein an glattrindigen Baumstämmen, mit schwarzen, buchstabenförmigen, rinnigen Apothecien. — Fig. 16. Die Pilzflechte (Baeomyces roseus), eine auf Heideboden, in Hohlwegen auf Lehm u. s. w. in Wäldern häufig vorkommende Flechte mit grünweißem Krustenthallus und rosenrothen kugeligen Früchten auf Podetien.

4. Ordnung. Algen (Algae). Der Mehrzahl nach Wassergewächse mit faden-, flocken-, laub-, haut- oder strauchförmigem oder anders geformtem Körper, welche immer Chlorophyll enthalten und daher zu assimiliren vermögen. Nur wenige schmarotzen. Außer Chlorophyll, dem viele Algen ihre schöne grüne Farbe verdanken, kommen verschiedene Farbstoffe (Phykochrom) und Stärkekörner oft als Zelleninhalt vor. Die Zellenhaut besteht bei den meisten aus Cellulose. Der Algenkörper ist bald einzellig, bald und gewöhnlich vielzellig, seine Größe wechselt von mikroskopischer Kleinheit ($^1/_{300}$ par. Linie) bis zu einer Länge von 1500 Fuß (die Riesentange des antarktischen Meers). Derselbe ist meist an feste Gegenstände (Steine, Pflanzenstengel, Muscheln, Schneckenhäuser, Korallen, Wurzeln, Holzwerk) geheftet, seltener schwimmt er frei im Wasser. Die wenigen an der Luft vegetirenden Algen wachsen auf feuchter Erde, an feuchten schattigen Wegen, Felsen, Mauern und Baumstämmen. Die Fortpflanzung geschieht durch stets einzellige Samensporen und Schwärmsporen; erstere, oft in besondere Behälter (Sporangien, Sporokarpien) eingeschlossen, sind oft das Product einer geschlechtlichen Zeugung, in welchem Falle die Befruchtung der weiblichen Zelle durch bewegliche Protoplasmakörperchen (Schwärmfäden oder Spermatozoiden) ausgeführt zu werden pflegt (so bei den Fucoiden). Bei den niedrigsten einzelligen Algen findet vorzugsweise eine Vermehrung durch Zweitheilung (Desmidieen), doch kommt auch bei [illegible] Bildung von Samensporen [illegible] Copulation vor, worauf hier nicht [illegible] kann. Die Mehrzahl der Algen [illegible] kommen auch zahlreiche Algengesellschaften [illegible] sonders stehenden Gewässern vor. [illegible] lich lebhaft grün gefärbten Süßwasser[illegible] bekannte flockige Schlamm, welcher [illegible] Teiche oft auf weite Strecken bedeckt [illegible] den sinkt und im Frühjahr wieder [illegible] des Wassers sich erhebt. Die Meer[illegible] die größern lederartigen, meist [illegible] Arten Tange genannt zu werden [illegible] möglichen Farben; viele von ihnen [illegible] tigsten Purpurroth und Violett. [illegible] iodhaltig; die Tange werden deshalb [illegible] nung benutzt. — Die Algen bilden [illegible] theilung unter den Sporengewächsen, [illegible] die größte, und zerfallen in eine [illegible] Familien. Die Beschränktheit des Raumes [illegible] nur einige Repräsentanten der Hauptkörpers vorzuführen.

Taf. 7, Fig. 1 und 2. Stäbchenalgen und zwar Fig. 1 Diatoma flocculosum [illegible] cula viridis, b Frustulia viridula, [illegible] größert. Die Diatomeen sind mikroskopische Algen von kahn-, stab-, spindel-, [illegible] anderer Gestalt, welche bald einzeln [illegible] schwimmen und sich dann scheinbar [illegible] bald zu Colonien vereinigt (Fig. 1) [illegible] Gegenstände angeheftet sind. Häufig [illegible] ren Wässern, Torfgräben, auch im Seewasser. Eine Fadenalge (Zygnema quinum) [illegible] b ein Stück Faden stark vergrößert. [illegible] Körper besteht aus aneinandergereihten [illegible] jede ein Spiralband von Chlorophyll [illegible] Teichen. — Fig. 4. Eine Gallertalge [illegible] viridis). Zu den einzelligen Algen gehörend [illegible] gallertweichen Kugelzellen bestehend, [illegible] Theilung vermehren. An Baumstämmen [illegible] — Fig. 5. Die Froschlaichalge (Batrachospermum moniliforme). Eine zierliche, schleimige [illegible] Quellen und Bächen an Steinen [illegible] schön grüner, olivengrüner oder schön [illegible] welche dem bloßen Auge wie aus [illegible] chen zusammengesetzt erscheint (a nat. [illegible] das Mikroskop zeigt, daß sie aus einem [illegible] quirlförmig angeordneten Astbüschel[illegible] Fig. 6 Plocamium purpureum und [illegible] sanguinea. Zwei prächtig purpurroth gefärbte [illegible] Nordsee, sind Repräsentanten der durch [illegible] und Farben und sehr eigenthümliche Fr[illegible] gezeichneten Gruppe der Blumentange. [illegible] Fig. 6, b ein Stück vergrößert mit Fr[illegible] Delessertia sanguinea ahmen die Abschnitte [illegible] körpers die Form von Blättern [illegible] nach. — Fig. 7. Der Blasentang (Fucus vesiculosus), einer der verbreitetsten Meeralgen [illegible] und Ostsee gemein, hält sich durch [illegible] stellte lufterfüllte Räume (Schwimmblasen) [illegible] schwimmend. Textur lederartig, Farbe [illegible] braun. Die Endlappen tragen zahlreiche [illegible] welchen die Fructificationsorgane sich [illegible] Der schwimmende Beerentang (Sargassum natans) hält sich im Meerwasser schwimmend [illegible] stielte beerenförmige Luftbehälter, [illegible] tischen Meere im Verein mit andern [illegible] Tangmassen die große Sargassobank [illegible] Flores.

Dritte Klasse.

Mit geschlechtslosem Vorkeime versehene Stammsporenpflanzen (Cormophyta proembryonata).

(Tafel 7.)

5. Ordnung. **Armleuchtergewächse** (Characeae). Untergetauchte, chlorophyllreiche Wassergewächse, welche mittels Rhizoiden (Haare) im Schlamme wurzeln, aus einem einfachen oder verzweigten, knotig gegliederten, mit quirlförmig angeordneten Blättern besetzten Stengel bestehen und sich durch geschlechtlich erzeugte Sporen fortpflanzen, nebenbei (wenigstens manche Arten) auch noch durch Brutknospen (Brutkörper) vermehren (Taf. 7, Fig. 34). Ihr Stamm besteht entweder aus einer Reihe langgestreckter Cylinderzellen (Nitella), oder es sind um einen axilen Strang solcher Zellen gestreckte Rindenzellen in spiraliger Richtung gewunden (Chara, Fig. 34, 35). Die Blätter (nach andern Aeste) bestehen bald nur aus einer Zelle, bald aus mehrern und erscheinen dann gefiedert (Fig. 34). Am Grunde der Blätter sitzen die Fructifikationsorgane, theils männliche (Antheridien), kapselartige, höchst complicirte Gebilde, welche zahlreiche Spermatozoiden entwickeln, theils weibliche (Sporenknospen), eiförmige Organe, welche eine große Zelle einschließen, die sich infolge der Befruchtung durch die Spermatozoiden zu einer Samenspore entwickelt. Die keimende Spore bildet bei Chara einen Vorkeim, aus dem später die neue Pflanze hervorwächst, während bei Nitella sich unmittelbar aus dem Keimschlauch der Spore die neue Pflanze entwickelt. Die Characeen bilden somit den Uebergang von den Thallophyten zu den Cormophyten. Sie wachsen in stehenden, namentlich süßen Gewässern. Manche Arten erreichen mehrere Fuß Länge, viele zeichnen sich durch Ausscheidung von kohlensaurem Kalk aus und werden dann sehr zerbrechlich. — Fig. 34. Der **gemeine Armleuchter** (Chara vulgaris), in stehenden Wässern häufig. Fig. 35 ein Blattknoten nebst aufsitzendem Antheridium, vergrößert.

6. und 7. Ordnung. **Lebermoose** (Hepaticae) und **Laubmoose** (Muscineae). Vielzellige, chlorophyllreiche, daher meist schön grün gefärbte Stammsporenpflanzen, der Mehrzahl nach mit deutlich beblätterten Achse, welche an ihrem Stamm, oft erst nach mehrjährigem Vegetiren, männliche (Antheridien) und weibliche (Archegonien) Geschlechtsorgane entwickeln, worauf aus der befruchteten Eizelle des Archegoniums ein eigenthümliches, mit dem Moospflanzenkörper gar nicht organisch verbundenes, doch von ihm ernährtes Gebilde (das Sporogonium) hervorgeht, das sich zu der die vielzelligen Sporen enthaltenden Frucht weiter entwickelt. Antheridien und Archegonien sind oft mit Perichaetien geformten, bisweilen sogar bunt gefärbten Hüllblättern umgeben oder voneinander getrennt, sodaß den Blüten der Stammpflanzen ähnliche Gebilde entstehen (Moosblüten). Die Moose ernähren sich ausschließlich von anorganischen Stoffen und wachsen der Mehrzahl nach auf feuchter Erde, an schattigen Felswänden und Baumstämmen, auf Steinblöcken, seltener auf dürrem, sandigen Boden, am seltensten im Wasser.

Die **Lebermoose** haben der Mehrzahl nach eine vielzellige, gewöhnlich mit vier Klappen kreuzweise aufspringende, bisweilen auch mit mehrern Zähnen sich öffnende Frucht (Sporenkapsel, Taf. 7, Fig. 24), seltener eine schotenförmige, zweiklappige (Fig. 23) oder eine vielzellige, geschlossen bleibende Frucht (Riccia). Bei der Entwickelung aus der Eizelle durchbricht dieselbe die Scheitelwölbung des Archegoniums, welches meist noch eine Scheide am Grunde der Frucht (Fig. 23) oder es oft vorhandenen und dann immer sehr zarten weiten Fruchtstiels (Fig. 24 b) zurückbleibt. Die Frucht ist immer unverhüllt (nackt). Die kreuzweise oder mit Zähnen aufspringenden Sporenkapseln enthalten stets elastische, schlauchförmige, mit einer oder zwei Spiralfasern ausgekleidete Zellen, welche beim Aufspringen der Frucht sich plötzlich ausstrecken und die Sporen fortschnellen (Schleudern, Elateren, Fig. 20; stark vergr.). Die Lebermoose zerfallen in **laubartige** (H. frondosae) und **beblätterte** (H. foliosae oder Jungermanniaceae). Bei erstern ist der Körper noch nicht deutlich in Stamm und Blätter differenzirt, sondern bildet ein bald unregelmäßig, bald regelmäßig gelapptes oder zertheiltes Laub (Fig. 17, 18, 22, 24), während bei letztern der meist gabeltheilige Stengel mit vielen äußerst zart gebauten, gewöhnlich zweizeilig angeordneten Blättern besetzt erscheint (Fig. 25). Aus der keimenden Spore geht gewöhnlich unmittelbar die neue Pflanze hervor, nur wenige Lebermoose bilden zunächst einen laubartigen Vorkeim. — Fig. 17. Die gewimperte **Riccia** (Riccia ciliata), a nat. Gr., b vergrößert. Auf Teichschlamm, hin und wieder. — Fig. 22, 23. Das **Hornmoos** (Anthoceros laevis), mit schotenförmigen Früchten, deren Sporen an einem Stiele sitzen, ohne Schleudern. Auf feuchten Aeckern, selten (22 nat. Gr., 23 vergr.). — Fig. 18—21. Das **gemeine Lebermoos** (Marchantia polymorpha), an steinernen Wassertrögen, Bachrändern, quelligen Orten, auf feuchter Gartenerde, Gewächstöpfen häufig. 18 weibliche, 21 männliche Pflanze in nat. Größe. Bei beiden sind die Fortpflanzungsorgane an gestielten Scheiben (receptacula) befestigt, bei der weiblichen Pflanze diese Scheiben convex, sternförmig getheilt, an ihrer untern Seite die Archegonien und später die Kapseln tragend (Fig. 19, vergr.); bei der männlichen sind die Scheiben flach, leicht gekerbt und tragen die Antheridien in sternförmiger Gruppe auf der obern Fläche (Fig. 21 b, vergr.; der aus Versehen gezeichnete Stiel ist wegzudenken). Fig. 20, Schleuder mit Sporen, stark vergr. — Fig. 24. Der **Ohnnerv** (Aneura palmata), an faulen Baumstümpfen, auf feuchtem Lehmboden in schattigen Wäldern (a nat. Gr., b vergr.). — Fig. 25, 26. Die **breitblätterige Jungermannia** (Jungermannia platyphylla), an schattigen Bäumen und Felsen, lockere Rasen bildend. Die untere Seite dieses Lebermooses ist mit Nebenblättern besetzt (Fig. 26, vergr.).

Die **Laubmoose** unterscheiden sich von den Lebermoosen durch die mit einer Mütze (calyptra) versehene Sporenkapsel, welche sich meist mit einem Deckel öffnet und deshalb Büchse (theca) genannt wird, durch den derben, meist rothbraunen Fruchtstiel (Borste, seta), durch den Mangel der Schleudern, durch ihren viel derbern Bau und dadurch, daß bei allen aus der keimenden Spore zunächst ein conservenartiger Vorkeim (proembryo oder protonema) entsteht, aus dessen Knospen der beblätterte Moosstengel hervorwächst. Nur wenige Gruppen von Laubmoosen haben eine geschlossen bleibende Frucht (Phascum), oder eine mit Klappen aufspringende (Andreaea, Fig. 28), oder eine nackte, gleich den Lebermoosen. Das letztere ist bei den **Torf-** oder **Wassermoosen** (Sphagnum) der Fall, welche überhaupt manches mit den Lebermoosen gemein haben. Diese auf Torfboden und an nassen Waldstellen gesellig wachsenden Moose, aus deren abgestorbenen und verkohlten Stengeln der Torf oft ausschließlich besteht (der Stechtorf), ausgezeichnet durch einen sehr merkwürdigen Zellenbau, der sie zur Aufsaugung und Festhaltung des Wassers befähigt, haben meist eine bleiche, gelbgrüne oder strohgelbe oder bräunliche, seltener röthliche bis purpurrothe und violette Farbe und bilden weiche, elastische Rasen. Fig. 29 zeigt eine der gemeinsten

ten (Sphagnum subsecundum), Fig. 30 dessen aufgesprungene Kapsel vergrößert. — Fig. 27. Das Alpenmoos (Andreaea alpina), klein, schwarzgrün, in dichten Polstern auf Steinblöcken in Hochgebirgen. Fig. 28 die aufgesprungene Frucht, vergr. — Fig. 31. Das glänzende Astmoos (Hypnum splendens). In Wäldern auf schattigem, feuchtem Boden (Fig. 32, a die Büchse mit der Mütze, vergr.). Bei den Astmoosen, welche vorzugsweise den Moosteppich unserer Nadelwälder bilden, sowie bei sehr vielen andern ist die Mündung der Büchse mit hygroskopischen Zähnen (Mundbesatz) versehen, welche erst nach dem Abspringen des Deckels sichtbar werden und sich dann ausbreiten (Fig. 32, b stark vergr., c drei Sporen, ebenso). — Fig. 33. Der Widerthon (Polytrichum juniperifolium), häufig auf feuchtem, undurchlassendem Boden in Wäldern. Bei dieser Gattung ist die Mütze mit abwärts gerichteten Haaren bedeckt, die Büchse vierkantig und mit einem geschnäbelten Deckel versehen (Fig. 33, vergr.). Die Mündung hat einen aus 32 oder 64 Zähnen bestehenden Mundbesatz und ist durch eine horizontale zarte Haut (Zwerchfell) geschlossen. Die Widerthonarten sind zweihäusige Pflanzen, die männlichen Individuen tragen kleine, schön rothe, rosettenförmige Blüten an der Spitze des stets einfachen Stengels.

Vierte Klasse.

Mit Geschlechtsorgane tragendem Vorkeim versehene Stammsporenpflanzen (Cormophyta prothallionata).

(Tafel 8 und 9.)

8. Ordnung. Farrn (Filices). Ausdauernde (sehr selten einjährige) Gefäßsporenpflanzen mit meist unterirdischen, seltener oberirdischen reichbeblätterten Stämmen und chlorophyllreichen, daher gewöhnlich schön grün gefärbten, zusammengesetzten oder zertheilten, selten einfachen und ganzen Blättern, welche anfangs meist uhrfederartig zusammengerollt sind und von denen entweder alle oder nur einzelne von bestimmter Form zahlreiche Sporenkapseln an ihrer untern Fläche, selten an beiden entwickeln. Vorkeim als zweilappiges Laub ausgebildet, an dessen unterer Fläche Antheridien und Archegonien neben zahlreichen Wurzelhaaren stehen. Aus der durch die mit bewimpertem Schweif versehenen Spermatozoiden der Antheridien befruchteten Eizelle des Archegoniums entwickelt sich das erste Blatt der neuen Pflanze (Taf. 8, Fig. 7 f). Die Farrn vegetiren insgesammt an der Luft und wurzeln entweder im Boden oder sind durch zahlreiche Adventivwurzeln an Baumstämme und Felswände angeheftet. Sie ernähren sich nur von anorganischen Stoffen, lieben der Mehrzahl nach einen feuchten und schattigen Standort und sind vorzüglich Bewohner der wärmern Zonen. Die Farrn zerfallen in folgende 8 Familien:

Fam. 1. Echte Farrn (Polypodiaceae). Sporenkapseln mit zarter, aus einer einfachen Zellenschicht bestehenden Wandung und einem verticalen, unvollständigen, elastischen Ringe, welcher durch einen Querspalt aufreißt und die Kapsel öffnet (Taf. 8, Fig. 1 b). Die Sporen sind meist tetraedrisch, die Kapseln zusammengedrückt, oft gestielt, gelblich oder bräunlich. Die Polypodiaceen, zu denen die Mehrzahl der Farrn gehört, sind meist Kräuter mit kriechenden unter- oder oberirdischen, reich mit braunen Schuppen (Spreublättern) bedeckten Stämmen, seltener aufrechte Bäume (Baumfarrn) mit palmenartiger Krone, großen fiederförmig zusammengesetzter oder zertheilter Blätter an ihrer Spitze, ihre Blätter (Wedel) in der Regel ein- bis dreifach fiedertheilig oder fiederschnittig oder auch gefiedert, selten einfach und ganz (Taf. 8, Fig. 9), die Abschnitte oder Fiedern von gabelthei[illegible] zogen, die Stiele der Blätter meist [illegible] von zierlicher Bildung (Fig. 7 g) besp[illegible] Die Sporenkapseln stehen in bestimmt [illegible] chen (Fruchthäufchen, sori), welche [illegible] (Fig. 1 a) oder mit einer zarten Membr[illegible] bald ganz, bald nur theilweise bedeckt [illegible] 7 a). Nackte Fruchthäufchen haben [illegible] tungen Polypodium, Ceterach, Gymn[illegible] schleierte die Gattungen Asplenium, A[illegible] rium, Adiantum, Pteris und Scolopen[illegible]

Taf. 8, Fig. 1. Der gemeine T[illegible] (Polypodium vulgare), mit ½ bis 1 Fuß [illegible] förmig fiedertheiligen Blättern und nackten [illegible] rostgelben Fruchthäufchen (a), wächst [illegible] und einem großen Theil Europas an Felsen [illegible] auch Baumstämmen, und hat einen kriechenden [illegible] schuppten Stamm, welcher unter dem Nam[illegible] (Rad. Polypodii s. Filiculae dulcis) als [illegible] Husten officinell ist.

Fig. 2. Der Buchenfarrn (Polypo[illegible] pteris), ein in Laubwäldern, besonders in [illegible] buchenbeständen sehr häufig vorkommendes, [illegible] liches Farrnkraut mit kriechendem, verzweigt[illegible] zerbrechlichen Blattstielen, doppeltfiederschn[illegible] tern und fiederspaltigen Blattabschnitten, [illegible] Seite mit punktförmigen braunen Fruchthäufchen [illegible] setzt ist.

Fig. 3. Der gemeine Streifenfarrn (Trichomanes), in Feld- und Mauerritzen [illegible] hat ein faseriges Rhizom und büschelförmig [illegible] 4—6 Zoll lange, einfach gefiederte Blätter [illegible] zend schwarzem Stiel und sehr verschiedenen [illegible] Blättchen. Die Fruchthäufchen bilden, wie [illegible] Arten von Asplenium, längliche, quere Streifen [illegible] von der einen Seite her mit einem länglichen [illegible] bedeckt sind (Fig. 3 a).

Fig. 4. Die Mauerraute (Asplenium [illegible] raria), an ähnlichen Orten wie der vorherge[illegible] fend und gleich diesem ehemals officinell, [illegible] zweifach fiederschnittige Blätter, deren [illegible] übrigens sehr verschieden geformte [illegible] fächerförmig gruppirten Fruchthäufchen [illegible] (Fig. 4 a).

Fig. 5 zeigt eine Art der zierlichen [illegible] tum, bei welcher die Fruchthäufchen [illegible] Blättchen des meist sehr zusammengezogenen [illegible] liegen, verborgen unter umgeschlagenen [illegible] ßen, zuletzt braunen Läppchen des Randes [illegible] gleich als Schleier dienen. Hierher gehört [illegible] Südeuropa und schon in Süddeutschland [illegible] schattigen und steinigen Orten wachsende [illegible] (Adiantum Capillus Veneris), dessen Kraut [illegible] Unsere Abbildung zeigt ein Stück einer [illegible] in unsern Gewächshäusern sehr cultivirten [illegible] Brasilien in natürlicher Größe.

Fig. 6. Der weibliche Tüpfelfarrn (Filix femina), wol das gemeinste der in [illegible] wachsenden Farrnkräuter, hat doppelt bis [illegible] schnittige Blätter, welche 1—3 Fuß [illegible] und federbuschartige Büschel an Ufern [illegible] in feuchten Wäldern bilden. Die fiederschnitte tragen winkelförmige Fruchthäufchen [illegible] welche anfangs von einem nierenförmigen [illegible] Schleier (6 b) verhüllt sind, später [illegible] worauf die ganze untere Seite der [illegible] braunen Sporenkapseln bedeckt erscheint.

Fig. 7. Der männliche Schildfarrn (Aspidium Filix mas) unterscheidet [illegible] vorhergehenden durch die breitern, [illegible]

chnitte der Blätter und die rundlichen
n, welche mit einem nierenförmig-rund-
undigen Schleier bedeckt sind (7 a, b).
hnlichen Orten in ganz Europa. Sein
tock dient als Mittel gegen den Band-

Der Adlerfarrn (Pteris aquilina), ein
Europa in Wäldern auf trockenem und
orboden häufig vorkommendes, gesellig
arrnkraut mit aufrechtem, mehrblätterigem,
hohem Stengel, dessen zwei- bis drei-
iittigen Blätter längs der Ränder gestielte
n (b) entwickeln, die von dem schmalen,
Schleier bedeckt sind (a). Der Name
rauts, welches in Gegenden, wo es massen-
zu Streu und Dünger benutzt wird, kommt
daß die Gefäßbündel des Stengels auf
n Querschnitt eine Gruppe bilden, die dem
Doppeladlers bisweilen ziemlich ähnlich

Die Hirschzunge (Scolopendrium offici-
rch einfache und unzertheilte Blätter aus-
elche mit Einschluß des spreublätterigen
1½ F. Länge erreichen und zu beiden
Mittelrippe schiefe, parallele, streifenförmige
en mit dünnem, bald verschwindendem
wickeln; wächst hin und wieder in Deutsch-
er in West- und Südeuropa an schattigen
Mauern und war früher officinell.

Cyatheaceen (Cyatheaceae). Meist
der wärmern Zonen, unterscheiden sich von
piaceen, denen sie sehr ähnlich sind, durch
digen und schief gestellten breiten Ring der
lu (Taf. 9, Fig. 4). In Europa fehlen
ganz, mehrere werden häufig in den Ge-
n cultivirt.

Fig. 1—4. Alsophila armata, ein stattlicher
Brasiliens mit 7—8 F. langen, dreifach
gen Blättern, deren Zipfel die von geglie-
n umgebenen Fruchthäufchen (3) in zwei
der untern Fläche tragen. Die Blattstiele
ern Theil stachelig, nach oben hin dicht mit
n Spreuschuppen besetzt. Bei manchen Cya-
B. dem auf Sumatra wachsenden Balan-
a, ist der Stamm mit langen Haaren be-
e als blutungstillendes Mittel (paleae Ci-
awar, Paku Kidang) Verwendung finden.

7. Balantium arborescens, ein Baumfarrn
ifel St.-Helena mit 10 F. hohem Stamm
h fiederschnittigen Wedeln, deren Abschnitte
ndern nackte Fruchthäufchen tragen (Fig. 7).
ist ein Querschnitt des Stammes abgebil-
die seltsamen hufeisenförmigen Gefäßbündel

Hautfarrn (Hymenophylleae). Kleine
er mit zarten, aus einer einzigen Zellenschicht
Blättern. Sporenkapseln zart, mit vollständi-
fen oder queren Ringe (Fig. 11), mit einem
aufspringend, innerhalb einer becher- oder
en zarten Hülle an einem oft weit hervor-
Stiele (receptaculum) befestigt (Fig. 9 und
ter von wenigen gabeltheiligen Nerven durch-
lche sich in den Spitzen der Blattzipfel un-
um Fruchtträger verlängern. Mit Ausnahme
westlichen Europa vorkommender Arten sind
rrn Bewohner der wärmern Zonen, wo sie
an Baumstämmen und Felsen wachsen.
gt einen im tropischen Amerika heimischen
(Trichomanes Bancroftii) in natürlicher

Fam. 4. Gleicheniaceen (Gleicheniaceae). Farrnkräuter mit meist gabelheiligem Stengel und mehrfach gefiederten oder fiederschnittigen Blättern, an deren unterer Fläche nackte, mit einem vollständigen queren Ringe versehene, mittels eines Längsspaltes aufspringende Kapseln sitzen. Bewohner der Tropengegenden, besonders der südlichen Halbkugel, Chinas und Japans.

Fam. 5. Spaltfarrn (Schizaeaceae). Sporenkapseln sitzend, mit einem endständigen, deckelförmigen Ringe versehen (Fig. 13), mit einem Längsspalt aufspringend. Farrnkräuter der Tropengegenden und Nordamerikas mit sehr verschieden geformten Blättern, von denen gewöhnlich nur einzelne eigenthümlich geformte fruchtbar sind. Fig. 12, 13. Schizaea bifida, ein in Neuseeland und Nordaustralien wachsender Spaltfarrn mit langgestielten, 6—18 Zoll langen Blättern.

Fam. 6. Traubenfarrn (Osmundaceae). Sporenkapseln zart, sitzend, mit einem gipfelständigen queren, aber nur halb ausgebildeten Ringe, mit einem Längsspalt zweiklappig aufspringend (Fig. 16). Farrnkräuter mit aufrechtem beblätterten Stengel und gefiederten Blättern, von denen die obersten die Sporenkapseln entwickeln, welche, die zusammengezogenen Fiedern dicht bedeckend, traubenförmig angeordnet erscheinen (Fig. 15). Fig. 14 zeigt den obern Theil des in Europa an sumpfigen Waldstellen vorkommenden Königsfarrn (Osmunda regalis), welcher bisweilen mannshoch wird, stark verkleinert. Die Fruchttrauben und das Mark des Wurzelstocks waren früher officinell.

Fam. 7. Marattiaceen (Marattiaceae). Sporenkapseln derbwandig, lederartig, ohne Ring, entweder einzeln, frei, mit einer Längsspalte nach innen aufspaltend oder unter sich verwachsen, ein mehrfächeriges Fruchthäufchen bildend, dessen Fächer sich mit einem Längsspalt oder einem Loche öffnen. Stattliche, zum Theil baumartige Farrn mit verschieden geformten, bisweilen sehr großen mehrfach gefiederten Blättern, welche am Rande oder der untern Fläche die Sporenkapseln oder Fruchthäufchen tragen. Bewohner der Tropengegenden und der südlichen Halbkugel.

Fam. 8. Aehrenfarrn (Ophioglosseae). Sporenkapseln derbwandig, lederartig, ohne Ring, mit einem Querspalt klappenartig aufspringend (Fig. 18), sitzend, ährenförmig gruppirt. Farrnkräuter mit faserigem oder knolligem Wurzelstock, der nur wenige Blätter (oft nur eins) entwickelt. Blätter in zwei einfache oder verschieden zerschnittene Segmente getheilt, von denen das obere die Kapseln an den Rändern entwickelt und deshalb immer stark zusammengezogen ist. — Fig. 17. Diese Familie besteht nur aus den Gattungen Ophioglossum und Botrychium. Die gemeine Natterzunge (Ophioglossum vulgatum), auf trockenen Grasplätzen wachsend, hat unzertheilte Blattsegmente, von denen das obere eine schmächtige spitze Fruchtähre bildet. — Taf. 8, Fig. 10. Die Mondraute (Botrychium Lunaria), mit fiederschnittigen Blattsegmenten und deshalb verzweigter Fruchtähre, wächst an ähnlichen Orten. Beide waren früher officinell.

Die Farrn bilden die größte Abtheilung der Gefäßsporenpflanzen und kommen namentlich in den Tropengegenden in vielen Gattungen und Tausenden von Arten vor. Viel massenhafter müssen diese Pflanzen aber in jener fernen Periode der Bildung unserer Erdrinde, welche mit der Entstehung der Steinkohlenformation endete, aufgetreten sein, da die Steinkohlen großentheils aus den verkohlten Resten von Farrn, namentlich von Baumfarrn, bestehen.

9. Ordnung. Schachtelhalme (Equisetaceae). Ausdauernde krautartige Gewächse mit gegliederten ober- und unterirdischen Achsen, deren Glieder hohl und deren

Knoten mit gezähnten oder zerschlitzten Scheiden besetzt sind, die ihrerseits aus einem Kreise unter sich verwachsener kleiner Blätter bestehen. Die unterirdischen Achsen entwickeln an ihren Knoten Adventivwurzeln und Knospen, aus welchen die oberirdischen Stengel hervorgehen (Taf. 9, Fig. 19). Letztere sind entweder einfach oder quirlästig (Fig. 20) und tragen entweder eine einzige Fruchtähre an ihrer Spitze oder solche auch an den Spitzen der Aeste (dann gewöhnlich nur der obersten), welche wieder entweder einfach oder mit Seitenzweigleln besetzt, übrigens ebenso wie der Stengel gebaut sind. Die Fruchtähren bestehen aus übereinandergestellten Wirteln von gestielten schildförmigen Schuppen mit sechseckigem Schild (Fig. 21), an deren unterer (innerer) Fläche säckchenförmige Sporenbehälter angebracht sind, welche schließlich aufplatzen und die kugeligen, meist graugrün gefärbten Sporen als ein feines Pulver ausstreuen. Jede Spore ist von zwei elastischen Fäden (Elateren, Schleudern) umschlossen, welche beim Aufplatzen der Sporensäckchen sich ausdehnen und dadurch die Spore fortschleudern (Fig. 22). Die keimende Spore entwickelt einen unregelmäßig gelappten Vorkeim, welcher entweder nur Antheridien oder Archegonien hervorbringt. Die Vorkeime der Schachtelhalme sind also zweihäusig. Auch hier wird die Eizelle des Archegoniums durch die mit einem spiralig gewundenen und gewimperten Schweif versehenen Spermatozoiden der Antheridien befruchtet und wächst hierauf aus derselben die erste Achse der neuen Pflanze hervor. — Nach der Fruchtentwickelung zerfallen die Schachtelhalme 1) in solche, welche zweierlei Stengel, fruchttragende, zur Zeit der Fruchtentwickelung stets einfache, und unfruchtbare, immer quirlästige Stengel hervorbringen, und 2) in solche, bei denen die Stengel alle gleichgestaltet, bald einfach, bald verästelt sind und Fruchtähren an ihrer Spitze oder an den Astspitzen zu entwickeln vermögen. Zu den erstern gehört der in Fig. 19—22 abgebildete **Ackerschachtelhalm** (Equisetum arvense), auch Schafthalm, Pferde-, Katzenzahl und Duwok genannt, bekanntlich ein sehr lästiges Unkraut unergeliger und thoniger Aecker; zu der zweiten Gruppe der hin und wieder in Teichen wachsende, immer unverzweigte **Polirschachtelhalm** (E. hyemale), dessen harte Stengel zum Poliren der Möbeln benutzt werden. — Die Schachtelhalme lieben der Mehrzahl nach einen nassen, sumpfigen Boden, viele wachsen auch in stehenden Wässern. Nahe verwandt mit ihnen scheinen die baumartigen **Calamiten** der Vorwelt gewesen zu sein, deren gegliederte und cannelirte Stämme theils verkohlt, theils versteinert in den Schichten der Steinkohlen- und Buntsandsteinformation gefunden werden.

10. Ordnung. **Bärlappgewächse** (Lycopodiaceae). Ausdauernde Gefäßsporenpflanzen mit kriechendem und wurzelndem, selten aufrechtem, gabeltheiligem Stengel, welcher mit kleinen nadel- oder schuppenförmigen Blättern besetzt ist und deshalb sehr häufig ein moosähnliches Ansehen hat. Die Sporenkapseln stehen entweder unter dachziegelig sich deckenden Bracteen in endständigen Aehren (Taf. 9, Fig. 23) oder befinden sich in den Winkeln der obern Blätter des Stengels oder der Aeste. Bei den eigentlichen Bärlappen (Lycopodium) hat man bisher nur eine Form von Sporen in den mit einem Querspalt sich öffnenden Kapseln (Fig. 24) gefunden, welche man noch nicht hat zum Keimen bringen können, bei andern (Selaginella) befinden sich in der einen Kapsel wenige große Sporen (Makrosporen), in der andern viele kleine Sporen (Mikrosporen). Letztere erzeugen Antheridien, durch welche das einzige Archegonium, das sich an dem innerhalb der keimenden Makrospore sich bildenden und erst lich deren Hülle zersprengenden Vorkeim entwickelt, befruchtet wird. Aus der befruchteten Eizelle des Archegoniums entwickelt sich auch hier die neue Pflanze. — Fig. 23 zeigt einen Theil des in trockenen Nadelwäldern und auf Heideboden häufig wachsenden gemeinen **Bärlapps** (Lycopodium clavatum) in natürlicher Größe. Seine ein feines schwefelgelbes Pulver bildenden Sporen werden bekanntlich unter dem Namen Semen Lycopodii zum Bestreuen der Pillen und mancher Hautstellen (als Einstreupulver) benutzt, sowie, da sie sich an der Lichtflamme entzünden und explodiren, zur Hervorbringung von Theaterblitzen, weshalb sie auch die Namen Blitzpulver und Hexenmehl erhalten haben. Den Lycopodien sind die in verkohlten, oft riesigen Stämmen in der Steinkohlenformation vorkommenden **Schuppenbäume** (Lepidodendron) offenbar nahe verwandt gewesen. Zu den Lycopodiaceen wird auch die Gattung der **Brachsenkräuter** (Isoëtes) gerechnet, aus Grasbüscheln ähnlichen Pflanzen bestehend, welche der Mehrzahl nach in stehenden Gewässern und an Sumpfboden wachsen und innerhalb der blasigen Blattscheiden Kapseln mit Makro- und Mikrosporen tragen, die sich ebenso wie bei Selaginella verhalten.

11. Ordnung. **Wurzelfrüchtler** (Rhizocarpeae) oder **Wasserfarne** (Hydropterides). Ausdauernd, auf dem Grunde seichter Gewässer kriechende oder im Schlamme wurzelnde, oder einjährige, auf der Oberfläche stehender Wässer frei schwimmende Pflanzen, deren Früchte an der Basis der Blätter oder zwischen den Wurzelfasern sitzen. Wie bei Isoëtes und Selaginella kommen bei diesen Gewächsen Makro- und Mikrosporen vor, welche entweder in einer und derselben Frucht oder in besondern Früchten eingeschlossen sind. Das erstere ist z. B. bei dem in Fig. 25 in natürlicher Größe abgebildeten **Pillenkraut** (Pilularia globifera) der Fall, wo jede der kugeligen Früchte vier vertical gestellte Fächer enthält (Fig. 26 im Längs-, Fig. 27 im Querschnitt, vergrößert) und in jedem Fache an einer an dessen peripherischer Seite vom Scheitel zur Basis verlaufenden Längswulst eine Menge blasiger Sporangien sitzen, die unten Makro-, oben Mikrosporen enthalten (Fig. 28 zeigt einen Theil einer solchen Wulst mit Mikrosporenfäden, stark vergrößert). Jede der kleinen kugeligen Mikrosporen erzeugt ein Spermatozoid mit gewundenem Schweif. Bei der Keimung der Makrosporen aller Rhizocarpeen bildet sich im Scheitel der Spore ein kleiner Vorkeim, welcher warzenförmig auf dem Spalt der aufplatzenden Spore hervortritt und das Archegonium entwickelt, nach dessen Befruchtung der unter- und innerhalb des Vorkeims bereits entstandene Keim sich zu einer neuen Pflanze weiter entwickelt. Die gekeimte Makrospore der Rhizocarpeen hat deshalb schon viele Aehnlichkeit mit dem keimhaltigen Samen der höhern Pflanzen, namentlich der Monokotyledonen, wo der Keim auch umhüllt ist von seinem Kotyledon, aber freilich, wie bei allen Samenpflanzen, innerhalb der Samenschale eingeschlossen liegt und keiner Befruchtung bedarf, um sich zu einer neuen Pflanze zu entwickeln. Die Wurzelfrüchtler sind seltene und dabei sehr unscheinbare Gewächse. In Deutschland kommen nur drei zu drei verschiedenen Gattungen gehörende Arten vor, nämlich außer dem Pillenkraut, welches im Schlamm von Teichrändern und in Sümpfen wächst, noch die vierblätterige Marsilie (Marsilea quadrifolia), in stehenden Gewässern West- und Süddeutschlands auf dem Boden umherkriechend, und die schwimmende Salvinie (Salvinia natans), in Teichen hin und wieder schwimmend. Bei letzterer befinden sich die Makro- und Mikrosporen in besondern Früchten.

Fünfte Klasse.

ichtige Samenpflanzen ohne Kotyledonen (Nothocarpae acotyledoneae).
(Tafel 17.) *

ung. Wurzelblütler (Rhizantheae). , nicht grün gefärbte Schmarotzergewächse e Blätter, mit eingeschlechtigen Blüten, fast ganz und gar aus Grundgewebe be- er nur von wenigen, noch dazu sehr un- usgebildeten Gefäßbündeln durchzogen ist. Blätter gänzlich entbehrenden Rhizantheen ich gewissermaßen die Formen der Fleisch- en übrigen sind die Blätter als fleischige, elig gedrängt stehende Schuppen entwickelt nsia, Cytinus). Die Blätter besitzen ein mentär ausgebildetes Perigon und sind ei den Rafflesien jedoch riesengroß. Hier ruht die ganze Pflanze nur in einer ein- aumwurzel unmittelbar aufsitzenden Blume, r in Wäldern Javas und Sumatras vor- afflesia Arnoldi (Taf. 17, Fig. 7) einen Durch- Fuß erreichen soll. Auch die übrigen Rhizan- auf Wurzeln und haben daher den Namen ler" erhalten. Sie bestehen entweder nur von Schuppenblättern umgebenen Blume mansia, Fig. 6) oder sind fleischige be- r nackte Blütenstände (Cytinus, Cynomo- ophora). Ihre Blüten sind bald mit einem abt, bald hüllenlos, ihre Staubgefäße und ist sehr unvollkommen, letztere oft mit dem und den Blütenhüllen verschmolzen. Am ensten sind aber die immer sehr kleinen anisirt, indem dieselben gewöhnlich keinen ickelten Keim und nur sehr selten Spuren nen wahrnehmen lassen, sondern aus einer (Endosperm, Sameneiweiß) bestehen, welche ntären Embryo umschließt und deshalb rpeen gleicht. Die Rhizantheen bewohnen H nach die Tropengegenden, wenige kom- bouropa vor. Sie zerfallen in die drei r Balanophoreen, Cytineen und Rafflesia- ztern gehören die auf Taf. 17 abgebildeten , 6 Brugmansia Zipelii in ½ nat. Größe, uf Java heimisch. Perigon und Blume e ein Thierfell behaart, gelblich, Schuppen- Grunde violett. — Fig. 7 Rafflesia Arnoldi, blüht, rechts im Knospenzustande. a und b ielkammerigen Staubbeutel im Längs- und , vergrößert. c ein Theil der den halb- en Fruchtknoten bedeckenden Scheibe mit wei Samenknospen aus den innern Hohl- Fruchtknotens, vergrößert. Die ganze Pflanze nd verbreitet im aufgeblühten Zustande einen en Aasgeruch. Die ganze Blume gestaltet m Fruchtkörper um, welcher zahllose äußerst en in Form eines braunen an Pilzsporen Pulvers in seinen Höhlungen enthält. Die a sind so fremdartige und zugleich in jeder nvollkommen organisirte Pflanzenformen, daß sie seien Ueberbleibsel einer untergegangenen n Vegetation, nicht unberechtigt erscheint.

Sechste Klasse.

lge Samenpflanzen mit Kotyledonen (Nothocarpae cotyledoneae).
(Tafel 15—17.)

nung. Palmen- oder Zapfenfarrn (Cy- Holzgewächse von palmenartigem Ansehen, welche wegen der Verlängerung ihres stets einfachen Stammes durch eine Gipfelknospe und wegen der schneckenhausförmigen Einrollung der Abschnitte der fiedertheiligen Blätter an die Baumfarrn erinnern, hinsichtlich des anatomischen Baues des Holzes und der Verdickung des Stammes aber und besonders wegen ihrer zapfenförmigen Blüten und Scheinfrüchte den Coniferen am nächsten verwandt sind. Die Cycadeen sind kleine zweihäusige Bäume mit einfachem dicken säulenförmigen Stamme, dessen Oberfläche mit den Narben der abgefallenen Blätter bedeckt ist (Taf. 17, Fig. 4). Letztere bilden an der Spitze um die beschuppte Endknospe herum eine Krone, wie die Blätter der Palmen und Baumfarrn, sind oft sehr lang, fiederschnittig oder fiederspaltig und von holziger Beschaffenheit. Zwischen den Blättern stehen lederartige Schuppen, welche auch die Endknospe umhüllen. Sowol die männlichen als die weiblichen Blüten sind von zapfenförmiger Gestalt und entwickeln sich an der Spitze des Stammes zwischen den jüngsten Blättern. Die männlichen Zapfen bestehen aus an eine centrale Spindel angehefteten verschieden geformten lederartigen Schuppenblättern (Staubblättern), deren untere Seite mit zahlreichen halbkugeligen Antherenfächern besetzt ist (Fig. 11 b); die weiblichen, oft eine bedeutende Größe erreichenden Zapfen sind ähnlich gebildet, und tragen bald in Ausschnitten flacher Schuppenblätter (Fig. 4 c), bald an der innern Seite gestielter schildförmiger Schuppen große nackte Samenknospen. Aus diesen gehen große Samen mit fleischig-saftiger Außenschale und fester oft steinharter Innenschale hervor, die deshalb saftigen Steinfrüchten (z. B. Kirschen) gleichen. Sie enthalten einen großen Eiweißkörper, welcher einen deutlich ausgebildeten mit zwei Kotyledonen versehenen Embryo umschließt (Fig. 4 g). Der samentragende Zapfen bildet eine große kugelige ei- oder walzenförmige Scheinfrucht.

Die Cycadeen sind ebenfalls eine Pflanzengruppe, welche mehr der Vorwelt als der Gegenwart anzugehören scheint. In der That müssen die Cycadeen in frühern Perioden der Erdentwickelung viel häufiger gewesen sein als gegenwärtig, da die Zahl der bisjetzt aufgefundenen fossilen Cycadeenarten viel größer als die der gegenwärtig lebenden ist. Von letztern kennt man etwa 60 Arten, von denen die Hälfte das tropische Amerika bewohnt, 10 in Südafrika, 11 in Australien vorkommen und die übrigen von Madagascar durch Ostindien und den Indischen Archipel bis China und Japan verbreitet sind. Das Mark der Cycadeenstämme ist reich an Stärkemehl. Von mehrern Arten, besonders von Cycas circinnalis und C. revoluta wird aus diesem Marke Sago bereitet, welcher einen Theil des in den Handel kommenden „echten" Sago liefert. Beide Arten werden in Gewächshäusern häufig cultivirt, namentlich die zweite, da deren glänzendgrüne Blätter unter dem Namen „Palmenzweige" in vielen Gegenden einen beliebten Schmuck der Särge bilden. Fig. 4 gibt ein Bild von Cycas circinnalis, welche in Ostindien sowie auf den indischen und australischen Inseln wild wächst und dort auch als Sagobaum angebaut wird. a männlicher Zapfen in ½ nat. Gr., b eine Schuppe desselben in nat. Gr., c Staubbeutel, vergr., d weiblicher Zapfen, stark verkleinert, e Samenknospen tragende Schuppe desselben in nat. Gr., f Samenknospe durchschnitten, vergr., g reife Frucht, nat. Gr., h Keim in nat. Gr.

14. Ordnung. Zapfenträger (Coniferae). Immergrüne, selten sommergrüne Bäume und Sträucher mit einfachen, ganzen und ganzrandigen, gewöhn-

* ein Versehen bei der Numerirung der Tafeln sind diejenige die nothokarpischen Gewächse enthalten, hinter die Gewächse gekommen.

lich steifen lederartigen, abwechselnden oder quirlförmigen, gedrängt stehenden Blättern, eingeschlechtigen kätzchen- oder knospenförmigen Blüten und holzigen Zapfen, selten beeren- oder steinfruchtartigen Scheinfrüchten, welche nackte Samen enthalten. Die männlichen Blüten bestehen nur aus einer Anzahl sehr verschieden und eigenthümlich gebildeter Staubblätter, welche alternirend oder quirlförmig an den stiel-, spindel-, keulen- oder kugelförmigen Blütenboden angeheftet sind, die weiblichen aus ähnlich angeordneten meist schuppenförmigen Fruchtblättern, welche entweder unmittelbar nackte Samenknospen tragen (z. B. bei Cupressus, Taf. 16, Fig. 3 b) oder aus ihrer Basis eine die Samenknospen tragende Schuppe entwickeln (z. B. bei den Tannen, Taf. 15, Fig. 3 b). Die Pollenkörnchen bestehen aus mehrern ineinandergeschachtelten Zellen und sind gewöhnlich mit zwei Blasen versehen, welche als Flugorgane bei der Verbreitung durch den Wind dienen (Taf. 15, Fig. 5 e). Die nackten Samenknospen besitzen nur eine Haut und einen weiten Knospenmund, der oft griffelartig verlängert und mit einer weiten Mündung versehen erscheint (Taf. 15, Fig. 5 d, die beiden hängenden Samenknospen der Länge nach durchschnitten, Taf. 16, Fig. 3 d, aufrechte Samenknospe im Längsschnitt). Samen mit lederartiger oder holziger Schale, welche oft in einen häutigen Flügel (Flugorgan) ausgedehnt ist (Taf. 15, Fig. 5 f), und mit großem Eiweißkörper, welcher den mit zwei bis vielen Kotyledonen versehenen Keim umschließt. Letzterer erhebt beim Keimen infolge bedeutender Streckung des hypokotylen Gliedes die Kotyledonen über den Boden empor, die sich dann ausbreiten (wenn viele, sternförmig). Die Samen reifen entweder im Herbst nach der Blütezeit oder erst nach anderthalb bis zwei Jahren (Coniferen mit ein- und zweijähriger Samenreife).

Die wegen ihres zum Bauen und als Heizungsmaterial sehr nutzbaren Holzes und wegen ihres reichen Gehalts an ätherischem Oel und Harz für den Menschen überaus wichtigen Coniferen lieben ein geselliges Vorkommen und vermögen daher große Waldungen zu bilden. Trotz ihrer Häufigkeit sind jedoch die Coniferen gleich den Cycadeen als eine im langsamen Aussterben begriffene Pflanzengruppe anzusehen, welche mehr der Vor- als Jetztwelt angehört. In der That scheinen die Coniferen in jenen Perioden der Erdrindenbildung, wo die Schichten der Trias abgelagert worden, sowie in der viel spätern miocenen Periode, wo die Braunkohlenlager entstanden, den vorherrschenden Bestandtheil der gesammten damaligen Vegetation gebildet zu haben, während die Cycadeen theils schon in der der Trias vorhergehenden Formation (der permischen), theils in der auf die Trias folgenden (dem untern Jura) zur Herrschaft gelangten.

A. Samenknospen hängend: echte Zapfenbäume oder Nadelhölzer.

Fam. 1. Schmucktannenartige (Araucarieae). Zweihäusige immergrüne Bäume mit Quirlästen, einzelstehenden Blättern, nackten (unbeschuppten) Knospen, je 12—20 Antherenfächern an jedem Staubblatte, großen aufrechten Zapfen, je 1 Samenknospe an jeder Fruchtschuppe, welche die Samenknospe umschließt (Taf. 15, Fig. 1 b), und zweijähriger Samenreife. — Die Araucarien sind der Mehrzahl nach prachtvolle Coniferen von oft riesenhaften Dimensionen und theils in Südamerika, theils in Australien heimisch. Man kennt nur eine Gattung mit 7 Arten.

Taf. 15, Fig. 1. Die Chilitanne (Araucaria imbricata), ein auf den Anden von Chile (namentlich im Lande der Araucaner-Indianer) und in Westpatagonien wachsender Baum, dessen [illegible] 150 Fuß hoch werden und kugelig-[illegible] große Zapfen mit 1 Zoll langen [illegible] Samen tragen. Die dichtgedrängten [illegible] den Blätter sind flach, dreieckig zugesp[illegible] a Staubblatt vergr., b Fruchtschuppe [illegible]

Fig. 2. Die säulenförmige [illegible] (Araucaria columnaris), ein prachtvolle[illegible] von 150—200 Fuß Höhe mit [illegible] pfriemenförmigen, dachziegelförmig [illegible] Nadelblättern und eiförmigen bis 8 Zoll [illegible] Wächst in Neu-Caledonien, wo er [illegible] bildet. a Zweig des männlichen Bau[illegible] ten, b Zweig des weiblichen mit [illegible] nat. Größe; c und d Fruchtschuppe [illegible] Blüte, e Staubbeutel. — Verwandt [illegible] ist die in unsern Gewächshäusern [illegible] Norfolktanne (A. excelsa) der [illegible] welche bis 220 Fuß Höhe erreicht.

Fam. 2. Tannenartige (Abietineae). Einhäusige, meist immergrüne Sträucher mit Quirlästen, beschuppten [illegible] förmigen einzeln, paarweis oder [illegible] Blättern, je 2 Antherenfächern an jedem [illegible] und je 2 Samenknospen an flachen, [illegible] Fruchtblätter hervorgewachsenen Schuppen, später in die holzigen Zapfenschuppen, während die eigentlichen Fruchtblätter zurückbleiben oder ganz verkümmern. Zapfenreife verschieden. — Hierher gehören [illegible] der Tannen und Fichten (Abies), der [illegible] der Cedern (Cedrus) und der Kiefern. [illegible] ganzen kennt man 6 Gattungen und [illegible] insgesammt der nördlichen Halbkugel an.

Taf. 15, Fig. 3. Die Weiß- oder [illegible] (Abies pectinata) und Fig. 4 die Rot[illegible] Fichte (Abies excelsa). Die Gattung [illegible] nur aus Bäumen, deren Zweige mit [illegible] drängt stehenden Nadeln von mehrjähriger Dauer besetzt sind. Männliche Blüten [illegible] zwischen den Nadeln der vorjährigen [illegible] walzenförmig, an der obern Seite [illegible] vorjähriger Triebe, besonders des Gipfel[illegible] recht. Zapfenschuppen flach, dünn, dachziegelförmig deckend, anfangs fest zusammenschließend, [illegible] einanderweichend. Samen geflügelt, [illegible] Herbst nach der Blütezeit. — Die Weißtanne [illegible] Mittel- und Westeuropa verbreitet, [illegible] unter andere Nadelhölzer gemengt oder [illegible] mentlich Buchen-) Wälder eingesprengt, [illegible] allein Waldungen bildend (Schwarzwald, Pyrenäen) wird bis 170 Fuß [illegible] Zweigen zweizeilig kammförmig gestellt, [illegible] drückte, oberseits dunkelgrüne, unterseits [illegible] weißen Streifen gezeichnete Nadeln, [illegible] grünliche weibliche Blüten und [illegible] 4—6 Zoll Länge, über deren [illegible] nach außen umgebogenen Spitzen [illegible] bleibenden Fruchtblätter hervorragen. [illegible] Samenreife lösen sich die Fruchtschuppen von der Spindel los, der Zapfen blos die Spindel bleibt stehen. (Alle [illegible] a Samen, b Samenschuppe.) — [illegible] Mittel- und Nordeuropa verbreitet [illegible] dungen für sich allein oder mit [illegible] bildend, ein bis 150 Fuß hoch werdend. [illegible] scheidet sich von der vorhergehenden [illegible] kantige Spitze, rings um die Zweige [illegible] gleichfarbig grüne Nadeln, purpurne [illegible] (auch die männlichen sind anfangs [illegible]

n Schuppen sich zur Zeit der Samenreife , sondern die Samen ausfliegen lassen. entleerten Zapfen bleiben noch lange fallen endlich ganz ab. Zweig mit männ- und Zapfen in nat. Gr., a oberer Theil einer Staubblatt, c Samenknospen tragende gr.; d Samen und Flügel in nat. Gr.)

ie gemeine Kiefer oder Föhre (Pinus Die Gattung Pinus besteht aus immer- nen und Sträuchern, deren Nadeln vom sjahre an zu zweien, dreien, vieren oder menstehen, am Grunde umgeben von einer eide, welche die sich entwickelnden Nadeln umhüllt. Diese Nadelpaare oder Nadel- zwei- bis fünfblätterige Kurztriebe, die den Achsen der einzelnstehenden Nadel- m ersten Lebensjahre gebildeten Achse ent- e Nadeln sind planconvex (bei je 2) oder kantig (bei je 3—5). Die männlichen n dichtgedrängt um vorjährige Triebe herum, n an der Spitze der im Mai entwickelten be einzeln oder zu mehrern quirlförmig. bestehen bei den meisten Kiefernarten aus h ihrer Spitze hin verdickten und hier mit außen gewendeten Schild (Apophyse), auf eine Vertiefung oder Erhabenheit (Nabel) t, endigenden Samenträgern (a, b, c), welche fest zusammenschließen und erst im zweiten der Blütezeit oder noch später auseinander- rauf die meist geflügelten Samen aus den ngenen" nicht zerfallenden Zapfen ent- Die gemeine Kiefer ist durch fast ganz breitet und bildet namentlich im Norden in Ebenen große Waldungen. Ihre Nadeln weis und sind auf der planen Fläche bläu- rün), auf der convexen sattgrün, die Zapfen ngend, klein (2 Zoll lang), graugelb. Dieser rt gemeinen Terpentin, Theer und Wald- Bekannte andere Arten dieser Gattung sind he Schwarzkiefer (P. Laricio), die süd- berühmte Pinie (P. Pinea), deren kuge- n große ungeflügelte Samen mit eßbarem iennüsse) enthalten, die ebenfalls eßbare igelte Samen (Zürbelnüsse) hervorbringende fer (P. Cembra) und die nordamerikanische thskiefer (P. Strobus). Die beiden letzt- Arten haben zu fünf gestellte Nadeln.

Die gemeine Lärche (Larix europaea). der Gattung Larix sind sämmtlich sommer- ume mit zarten hellgrünen Nadeln, welche rühling entwickeln und im Herbst abfallen. rühling erscheinenden Nadeln stehen in Bü- höckerförmigen Kurztrieben. Aus den end- und benachbarten Büscheln der Zweige wach- ni ruthenförmige Langtriebe (Johannistriebe) nstehenden größern Nadeln hervor, in deren ch Knospen bilden, die sich in neue Kurz- igestalten und daher im nächsten Frühling nen Nadelbüschel entfalten. Männliche Blüten rmig, gelb, in großer Anzahl an der untern ibliche sparsamer, größer, länglich, von ver- Farbe, an der obern Seite der Zweige; ein, sitzend, aufrecht, verhalten sich wie die pfen, bleiben nach dem Ausfliegen der Samen jahrelang an den Zweigen; Samen geflügelt, ife einjährig. — Die gemeine Lärche ist in n und Karpaten heimisch, findet sich aber tzt und verwildert in ganz Mitteleuropa und westlichen Rußland. Der Stamm wird bis hoch, die Verästelung ist unregelmäßig quirlig, die weiblichen Blüten sind purpurroth, die Zapfen 1—2 Zoll lang, kahl, hellbraun. Das harzreiche Holz ist ein vorzügliches dauerhaftes Bauholz, aus dem flüssigen Harz wird der venetianische Terpentin bereitet. — Nahe verwandt ist die in Ostrußland und Sibirien heimische sibirische Lärche (L. sibirica), von der europäischen vorzüglich durch anders gestaltete hellgrüne weibliche Blüten und filzige Zapfen verschieden.

Fig. 7. Die Libanon-Ceder (Cedrus Libani). Die Cedern stehen den Lärchen sehr nahe und unterscheiden sich von diesen nur durch die mehrjährigen Nadeln (sind also immergrüne Bäume), durch die größern anders gebildeten Zapfen, deren lederartige Schuppen zur Reifezeit von der Spindel abfallen und durch die zwei- bis dreijährige Samenreife. — Die berühmte Libanon-Ceder wächst nicht allein auf dem Libanon, wo sie fast ausgestorben ist (Fig. 7 zeigt eine Gruppe alter Cedern von dort), sondern auch auf dem cilicischen Taurus, wo sie große Wälder bildet. Wahrscheinlich ist auch die auf dem großen Atlas von Marokko vorkommende Ceder (C. atlantica) eine bloße Varietät der Libanon-Ceder. Dieser Baum, welcher über 2500 Jahre Alter zu erreichen vermag, bildet mit seinen horizontal ausgestreckten Aesten im Alter eine mächtige Krone. Der Stamm wird höchstens 80 Fuß hoch, aber sehr stark. Die Nadeln sind $^1/_2$ — 1 Zoll lang, die Zapfen eiförmig, gestielt, 4—5 Zoll lang, $2^1/_2$ Zoll breit, graubraun, von Harz überflossen. a ein zapfentragender Zweig, sehr verkleinert. Häufiger als die Libanon-Ceder wird in den Gärten und Gewächshäusern die Himalajaceder (C. Deodara) cultivirt, ein in den Gebirgen von Nepal und Kaschmir wachsender und dort große Waldungen bildender prachtvoller Baum mit hängenden Aesten, dessen Stamm bis 150 Fuß Höhe und bis 30 Fuß Umfang zu erreichen vermag und anerkanntermaßen das beste Bauholz, sowie einen vortrefflichen Terpentin liefert.

Fam. 3. Zwittertannen (Dammaraceae). Ein- und zweihäusige immergrüne Bäume mit zerstreut angeordneten Aesten, nackten Knospen, breiten oder pfriemenförmigen steifen Blättern, 2 bis viele Autherenfächer tragenden Staubbeuteln und 1—9 Samenknospen am Grunde flachschuppiger Fruchtblätter. Zapfen eiförmig oder kugelig, Samen geflügelt (oft doppelt geflügelt), Samenreife ein- bis zweijährig. — Man kennt 4 Gattungen mit 12 Arten, von denen die meisten in Australien, wenige in Asien und Nordamerika vorkommen.

Taf. 16, Fig. 1. Die Mammuthfichte (Wellingtonia oder Sequoia gigantea). Dieser 1832 entdeckte, in der Sierra-Nevada Californiens in einer Höhe von 5000 Fuß über dem Meere wachsende Baum erreicht unter allen bekannten Coniferen die riesigsten Dimensionen und das höchste Alter, nämlich über 3000 Jahre bei einer Stammhöhe von 320 und einem Stammumfange (am Grunde) von 96 Fuß. Die gedrängt stehenden Blätter sind $^1/_4$—$^1/_3$ Zoll lang, pfriemenförmig, mit breiter Basis angeheftet und herablaufend (a, nat. Gr., b, vergr.), die eiförmigen Zapfen nur $1^1/_2$—2 Zoll lang (c, nat. Gr.), die Samen klein, doppelt geflügelt (e, nat. Gr.), die Rinde des Stammes dagegen bei den ältesten Bäumen 12—15 Zoll dick und zimmtbraun, das Holz weiß und weich.

Fig. 2. Die Dammartanne oder Kaurifichte (Dammara australis), ein kolossaler Baum Neuseelands, dessen Samen bei einer Höhe von 180 Fuß einen Durchmesser von 15—17 Fuß erreicht und bis 800 Jahre alt wird. Blätter abwechselnd, gedrängt, eilanzettförmig, $^1/_2$—$1^1/_2$ Zoll lang, 3—6 Linien breit, dick lederartig, steif, glänzend braungrün; Zapfen kugelig, 2—3 Zoll stark, auf starkem Stiel, aufrecht. Die

Dammartanne bildet zerstreute Baumgruppen, nie zusammenhängende Wälder, und wegen ihres vorzüglichen Holzes und Harzes (Kauriharz), welches zu Lacken und Firnissen verwendet wird, eine Hauptquelle des Wohlstandes für die Ansiedler Neuseelands. Das Harz schwitzt von selbst aus allen Theilen des Baums aus, weshalb dessen Aeste und Zweige von Harztropfen starren, und sammelt sich unter den Wurzeln im Boden zu großen Klumpen (bis zu 100 Pfund) an. Es ist balsamisch-wohlriechend und brennt mit rußender Flamme.

B. Samenknospen aufrecht, unmittelbar in offenen Fruchtblättern sitzend.

Fam. 4. Cypressenartige Coniferen (Cupressineae). Ein- und zweihäusige Bäume und Sträucher mit zerstreuten Aesten, nackten Knospen, kleinen nadel- oder schuppenförmigen meist sehr gedrängt stehenden Blättern, 2 bis vielen Antherenfächern an den schuppen- oder schildförmigen Staubblättern, 2 bis vielen Samenknospen am Grunde der verschieden geformten Fruchtblätter und kleinen aufspringenden Holzzapfen oder geschlossen bleibenden beerenartigen Steinfrüchten. Samen meist ungeflügelt, Samenreife ein- bis zweijährige. — Bildet nächst den Abietineen die größte Abtheilung der Coniferen, indem bis jetzt 18 Gattungen mit 107 Arten bekannt sind. Die meisten bewohnen Amerika und Asien, ziemlich viele Australien, nur wenige Europa und Afrika.

Taf. 16, Fig. 3. Gemeine Cypresse (Cupressus sastigiata). Einhäusiger Baum mit aufrechten, vielfach verzweigten, eine dichte schmalkegelförmige Krone bildenden Aesten. Blätter sehr klein, schuppenförmig, eirautenförmig, am Rücken convex gekielt, graugrün, kreuzweis gegenständig, dachziegelförmig-vierreihig; Zweige deshalb vierkantig. Männliche Blüten als sehr kleine endständige Kätzchen ausgebildet, aus schuppenförmigen, kreuzweis gegenständigen Staubblättern bestehend, welche 4 kugelige Antherenfächer am Grunde tragen (a, vergr.). Weibliche Blüten endständig, kugelig, aus kreuzweis gegenständigen Fruchtblättern mit vielen Samenknospen gebildet (b, vergr.; c, Samenknospe, d, dieselbe im Längsschnitt, vergr.). Zapfen kugelig-eckig, aus schildförmigen Samenträgern (den ehemaligen umgestalteten Fruchtblättern) zusammengesetzt (e, nat. Gr.); Samen 3—4kantig, mit schmalem flügelartigen Saum (f, g, umgekehrt im Längsschnitt, vergr.). — Ursprünglich im Orient heimisch hat sich die Cypresse über alle um das mittelländische Meer herum gelegenen Länder verbreitet, wo sie als Ziergehölz und namentlich als Symbol der Trauer auf den Friedhöfen der Christen, Juden und Mohammedaner cultivirt wird. Sie erreicht bis 80 Fuß Höhe, über 2000 Jahre Alter und besitzt ein fast unzerstörbares, wohlriechendes Holz. Man kennt von der Gattung Cupressus 19 Arten, von denen die meisten in Californien und Mexico zu Hause sind, mehrere in Ostindien und China. Zu letztern gehört die berühmte durch Fortune nach Europa gebrachte chinesische Trauercypresse (C. funebris) mit zierlich hängenden zusammengedrückten Zweigen, welche jetzt in den europäischen Gärten und Gewächshäusern häufig angebaut wird.

Fig. 4. Der orientalische Lebensbaum (Thuja oder Biota orientalis). Die Gattung Thuja unterscheidet sich von Cupressus besonders durch die Zapfen, welche aus flachen (nicht schildförmigen) Samenträgern zusammengesetzt und sehr klein sind. Ihre Arten sind zweihäusige Bäume und Sträucher mit zusammengedrückten Zweigen, welche mit kreuzweis gegenständigen, vierreihigen Schuppenblättern von verschiedener Gestalt (die randständigen sind anders geformt als die an den breiten Flächen der Zweige stehenden) bedeckt sind. Der orientalische Lebensbaum, ein kleiner, in China und Japan einheimischer, bei uns häufig cultivirter Baum, hat eiförmige bläulich bereifte nur aus 6 Fruchtschuppen bestehende Zapfen (a, nat. Gr., wie auch der Zweig) und keine Oeldrüse am Rücken der Blätter. Viel häufiger wird in den europäischen Gärten der abendländische Lebensbaum (Th. occidentalis) angebaut, ein in Nordamerika wachsender, bis 50 Fuß hoch werdender, gegen Frost viel weniger empfindlicher Baum, welcher mit einer Oeldrüse versehene Blätter und kleinere hellbraune unbereifte Zapfen trägt.

Fig. 5. Der gemeine Wachholder (Juniperus communis). Die Wachholdergattung hat zur Frucht eine Scheinbeere (Beerenzapfen), welche durch gegenseitige Verschmelzung der Fruchtblätter der weiblichen Blüte entsteht. Diese ist knospenförmig, und von ihren Fruchtblättern (höchstens 6) tragen nur die 3 obersten am Grunde ihrer innern Fläche eine aufrechte Samenknospe (c, d im Längsschnitt, schwach vergr.). Die Samenreife ist zweijährig. Die männlichen Blüten sind ebenfalls klein, kugelig oder oval, aus dachziegelförmig sich deckenden schuppenförmigen Staubblättern gebildet, welche an ihrer innern Seite 3—6 kugelige Antherenfächer tragen (e, f, Staubblatt von beiden Seiten, vergr.). Die Wachholderarten sind zweihäusige Sträucher und Bäume. Bezüglich der Blätter verfahren sie in solche mit zu drei quirlförmig gestellten feinen Nadeln und in solche mit schuppenförmigen gedrängt stehenden Blättern. Letztere sehen den Cypressen ähnlich. Zu erstern gehört der gemeine, durch ganz Europa verbreitete Wachholder, dessen kugelige erbsengroße Scheinbeeren im zweiten Herbst schwarz und hechtblau bereift sind und wegen ihres Zuckergehalts in geistige Gärung übergeführt werden können (bei der Bereitung des holländischen Genever und des englischen Gin). Außerdem dienen die Wachholderbeeren sammt den Nadeln als Räucherungsmittel bei ansteckenden Krankheiten. (Fig. 5, beerentragender Zweig, etwas verkleinert, a männliche, b weibliche Blüte in fast nat. Gr., h und i Samen mit den daranhaftenden Oelbehältern von der flachen Innen- und der kantigen Rückenseite aus gesehen, vergr.; k sich entwickelnde Scheinfrucht, g reife Scheinfrucht im Längsdurchschnitt, vergr.) Es gibt noch Wachholderarten, welche an den einen Zweigen nadeln, an den andern schuppenförmige Blätter haben. Zu diesen gehören der in Südeuropa heimische und hier und wieder angepflanzte Sade- oder Sevenbaum (J. Sabina) und der virginische Wachholder oder die virginische Ceder (J. virginiana) in Nordamerika, deren rothbraunes feines Holz allgemein zu Bleistiften verwendet wird. Beide Arten enthalten in ihren Blättern ein in der Heilkunde Verwendung findendes ätherisches Oel von eigenthümlicher Wirkung. Im ganzen kennt man 35 Wachholderarten.

15. Ordnung. Scheinfrüchtige Samenpflanzen mit steinfrucht- oder beerenartigen Früchten (Drupiferae). Immergrüne, selten sommergrüne ein- oder zweihäusige, selbst zwitterblütige Holzpflanzen von sehr verschiedener Größe und Gestaltung, deren weibliche Blüten aus einer nackten, von Bracteen oder selbst Blütenhüllen umgebenen, oft stempelartig gebildeten Samenknospe bestehen, aus welcher sich eine beeren- oder steinfruchtartige Scheinfrucht entwickelt. Diese Ordnung zerfällt in die drei Familien der Taxineen, Gnetaceen und Loranthaceen.

Fam. 1. Eibengewächse (Taxineae). Zweihäusige
äume und Sträucher mit zerstreut angeordneten
ätten, abwechselnd gestellten nadel-, schuppenförmigen
er breiten Blättern von meist mehrjähriger Dauer,
pchenförmigen, nur aus Staubblättern zusammen-
setzten männlichen Blüten und knospenförmigen, von
acteen am Grunde umringten einzeln stehenden oder
renförmig um eine Spindel gruppirten aufrechten
amenknospen. Samen mit knochenharter oder krusten-
iger Schale, oft von einer fleischig-saftigen Hülle
Zmenmantel), welche von dem Grunde der Samen-
ospe aus sich entwickelt, umgeben. Keim mit 2 Ko-
edonen. Man kennt 10 Gattungen mit 79 Arten.
In Europa findet sich nur der gemeine Eben-
um (Taxus baccata, Taf. 16, Fig. 6, nat. Gr.).
nmergrüner Baum oder Strauch mit zweizeilig
geordneten nadelförmigen, oberseits glänzend dunkel-
inen, unterseits matt hellgrünen Blättern. Männ-
e Blüten kugelig, gestielt, aus gestielten Schild-
appen mit 5 — 6 Antherenfächern unter dem
hilde zusammengesetzt, am Grunde von Schuppen-
ttern umgeben (a, b, vergr.), Samenknospen einzeln-
end, ebenfalls von Schuppen umgeben (c vergr.,
m Längsschnitt), Scheinfrüchte anfangs fast eichel-
mig (d, vergr.), später nach Entwickelung des flei-
gen hochrothen, oben offen bleibenden Samenmantels
s der Basis der Samenknospe beerenartig (f im
rchschnitt vergr.). Samen violett, einen großen
weißkörper mit kleinem Keim enthaltend (g im Längs-
nitt, vergr.), sammt den Blättern giftig. Der
her durch ganz Europa verbreitete Eibenbaum ist
erall selten geworden und als eine im Aussterben
griffene Holzart zu betrachten. Er wird sehr alt;
ältesten in Englands Parken stehenden Eibenbäume
gen über 2000 Jahre alt sein. Wegen des überaus
gsamen Wuchses erreicht aber dieser Baum keine
ßigen Dimensionen. Er ist eine schattenliebende
Hart, verträgt den Schnitt sehr gut (daher die
her so beliebten Taxushecken, Taxuswände und
rusfiguren) und besitzt ein schweres, feines, roth-
unes, harzloses Holz.
Unter den ausländischen Taxineen ist besonders die
ppe der Phyllocladeen interessant. Sie gleichen
gen ihrer breiten Blätter den dikotylen Laubholz-
men. Eine der merkwürdigsten Arten ist der
nglobaum (Salisburia adiantifolia, Taf. 17,
. 1, Zweig in $^1/_2$ nat. Gr.), ein stattlicher, blos
mergrüner Baum Chinas und Japans mit eigen-
mlich zweilappigen graugrünen, zuletzt lederartigen
ättern. Männliche Blüten gestielt, ährenförmig,
aubblätter mit 2 Antherenfächern, der gewöhnlichen
m des Staubgefäßes schon sehr ähnlich (a vergr.);
menknospen einzeln oder traubig auf achselständigen
eln (b nat. Gr.), Scheinfrüchte nußartig, kugelig,
Soll im Durchmesser, ihr Kern eßbar, ölhaltig. —
. 2 zeigt einen männliche Blüten tragenden Zweig
r verwandten Pflanze, des in Vandiemensland
nischen Phyllocladus rhomboidalis, mit rhombischen
yllocladien (a weiblicher Blütenstand mit 2 Samen-
spen; b und c sind Samenknospen, die zweite im
gschnitt von einer chilenischen Tarinee, dem Podo-
pus chilensis, vergr.).
Fam. 2. Gnetaceen (Gnetaceae). Einhäusige oder
häusige Bäume, Sträucher und Halbsträucher von
: verschiedener Bildung mit männlichen und weib-
en Blüten, von denen die letztern aus einer von
igonartigen Hüllen umgebenen Samenknospe be-
en, deren innere Haut in eine grifferförmige oben
ne Röhre mit narbenartig verbreiteter Mündung
gedehnt ist. Scheinfrucht nuß- oder beerenartig.
Hierher gehören die Arten der Gattung Meertraube
(Ephedra), equisetenförmige Halbsträucher und Sträu-
cher, von denen einige am Strande der europäischen
Meere und in Südeuropa vorkommen. — Zu den
Gnetaceen wird auch die Welwitschia mirabilis
(Fig. 3, sehr verkl.) gerechnet, obwol dieselbe von
den andern Gewächsen dieser Familie sehr abweicht
und richtiger den Typus einer besondern Familie
bildet. Diese von Welwitsch im J. 1860 im west-
lichen Südafrika entdeckte Wunderpflanze ist sozu-
sagen ein in den Boden versenkter verkürzter Baum-
stamm mit starker Wurzel, der nach oben in einen
zweitheiligen Trichter endet und hier mit 2 gegen-
ständigen riesigen Lederblättern besetzt ist, die dem
Boden aufliegen und die vergrößerten Kotyledonen
sein sollen. Im Umkreise des Trichters entspringen
verzweigte Aeste, welche scharlachrothe Zapfen tragen
(b sehr verkl.), von denen die einen Zwitter-, die
andern weibliche Blüten tragen. Die Staubbeutel sind
dreifächrig, die vierkantigen Samen breit geflügelt.
Das in heißem Wüstensand wachsende Gewächs soll
über 100 Jahre alt werden, sein Stamm ist nur 2 Fuß
lang, der Trichter mißt aber bis 14 Fuß im Umfang
und die beiden Blätter werden bis 6 Fuß lang. Die
ganze Pflanze schwitzt Harz aus.
Fam. 3. Mistelartige Gewächse (Loranthaceae).
Auf Bäumen schmarotzende immergrüne Sträucher mit
lederartigen Blättern und Zwitter- oder eingeschlechtigen
Blüten, welche bald unvollständig und unansehnlich, bald
mit einer doppelten oft schön gefärbten Hülle (Kelch und
Blumenkrone) begabt sind. Bei den Zwitterblüten sind
die Staubgefäße, bei den weiblichen das Perigon oder der
Kelch mit der centralen Samenknospe zu einem Schein-
pistill verwachsen, aus dem eine fleischig-saftige Scheinbeere
entsteht. Die meisten Loranthaceen sind Tropenpflanzen,
viele von ihnen prangen mit prächtig gefärbten Blumen.
In Europa kommen nur wenige Arten vor, von denen
die meisten der Mistelgattung (Viscum) angehören.
Taf. 17, Fig. 5. Die gemeine Mistel (Viscum
album). Gabeltheilig verzweigter, auf den Aesten ver-
schiedener Bäume schmarotzender, grüner Strauch mit
gegenständigen Lederblättern und in den Gabeltheil-
ungen befindlichen Knäueln von kleinen gelblichen
Blüten, aus denen kugelige erbsengroße weiße Schein-
beeren hervorgehen. Letztere enthalten einen überaus
zähen Schleim, welcher als Vogelleim benutzt wird
(a ein Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüte etwas größer,
c Samen, vergr., d Scheinbeere, zerschnitten, verkl.).

Siebente Klasse.

Samenpflanzen mit echten Früchten und einsamenlappigem Keime (Teleocarpae monocotyledoneae).

(Tafel 10—14.)

Von den zu dieser Klasse gehörenden Ordnungen
und Familien können hier nur die bemerkenswerthesten
berücksichtigt werden.
I. Ordnung der Spelzenblütler (Glumaceae).
Blüten hüllenlos, seltener mit rudimentärem Perigon,
zwischen 2 eigenthümlichen Deckblättern (Spelzen) oder
blos unter einem solchen. Frucht oberständig, eine
einsamige Schalfrucht (Caryopse).
Fam. 1. Die Gräser (Gramineae). Krautartige
Gewächse mit Faserwurzel oder verschieden geformten
Rhizomen und knotigen oft knieförmig aufsteigenden,
meist einfachen Stengeln (Halmen), seltener strauch-
und baumartige Pflanzen mit holzigen, schlanken, kno-
tigen, verzweigten Stämmen (z. B. die Bambusarten).
Achsenglieder (Internodien) gewöhnlich hohl, seltener
solid, die untern verkürzt, die übrigen meist lang
gestreckt. Blätter alternirend zweireihig, mit zusammen-

gerolltem Blattstiel, welcher rings um einen Knoten angewachsen ist und das darüber befindliche Achsenglied als eine auf der einen Seite aufgeschlitzte Scheide umgibt (Taf. 10, Fig. 5 a). Wo sich die meist schmale, stets ganze und ganzrandige Blattspreite von dem Blattstiel abgrenzt, befindet sich das Blatthäutchen (ligula), ein querüber gespanntes zartes, verschieden geformtes Häutchen oder an seiner Stelle eine Reihe von Haaren oder Haarbüscheln. Blüten klein und unscheinbar, meist zwitterlich, aus 2 Deckblättern (Blüten- oder Kronenspelzen) bestehend, zwischen denen sich meist 3 (selten 2) Staubgefäße und ein Stempel, umgeben von 2 bis 3 kleinen fleischigen Schüppchen befinden (Fig. 6 a). Die beiden Kronenspelzen sind eine über der andern an der Blütenachse befestigt, die untere (äußere) umfaßt die obere (innere). Erstere läuft häufig an der Spitze oder am Rücken in eine Borste (Granne) aus (Fig. 2 b), die innere ist zarter gebaut und vor dem Aufblühen in den Hohlraum der äußern meist kahnförmig gestalteten eingefügt. Staubfäden haarfein, hängen zur Blütezeit zwischen den geöffneten Spelzen heraus, Staubbeutel quer aufliegend. Fruchtknoten oberständig, einfächerig, 1 Samenknospe enthaltend, mit 2 feder- oder pinselförmigen Narben. Je eine oder mehrere solcher Blüten sind von 2 Hüllblättern, den Kelch- oder Balgspelzen, umgeben und bilden mit diesen zusammen ein Ährchen (spicula). Je nach der Anzahl der Blüten unterscheidet man einblütige (Fig. 9 b), zweiblütige (Fig. 7 a), drei-, vier-, fünf-, vielblütige (Fig. 6) Ährchen. Solche Ährchen sind entweder in eine Ähre gestellt (z. B. beim Roggen, Fig. 5, beim Taumelloch, Fig. 6), oder in eine Rispe (Fig. 1, 2, 7), oder in eine Rispen- oder Scheinähre (Fig. 3 und 4). Die Frucht der Gräser ist eine einsamige Schalfrucht, ihr Samen innig mit dem dünnen Fruchtgehäus verwachsen. Der Samenkern besteht aus einem großen Eiweißkörper (dem Mehlkörper der Getreidekörner) und einem kleinen diesem seitlich angedrückten Keime (Fig. 5 d, Roggenkorn im Längsdurchschnitt, vergr.). Der Keim ist von dem hohl entwickelten Kotyledon mantelartig umschlossen und aus dem Kegel des Knöspchens (Federchens), welcher aus übereinandergestülpten Hohlkegeln (den Blattanlagen) besteht, aus dem Achsentheil, rings um welchen herum der Kotyledon angewachsen ist, und dem kegelförmigen Würzelchen nebst mehrern höckerförmigen Nebenwurzeln zusammengesetzt (Fig. 5 c, Roggenkeim im Längsschnitt, vergr., c derselbe von vorn gesehen, unverletzt, vergr.). Beim Keimen schiebt sich das Federchen aus einem Schlitz des Kotyledon hervor und tritt, sich verlängernd, als ein zusammengerolltes spitzes Blatt aus der Erdoberfläche heraus, das Würzelchen verkümmert, während die Nebenwurzeln sich ausdehnen und den Anfang der spätern Faserwurzel bilden (Fig. 5 f, aus dem Kotyledon hervorgetretener Keim des Roggenkorns, vergr.; der Blattkegel des Federchens ist abgeschnitten). — Die Gräser bilden eine der größten und natürlichsten Familien des Gewächsreichs und sind über die ganze Erde, besonders aber durch die gemäßigte Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet. Sie lieben einen trockenen oder frischen Boden, enthalten vor der Blütezeit in den Halmen und Blattscheiden Zucker (daher auch „Süßgräser" genannt), in ihrem Samen Stärkemehl und in der Oberhaut der Blätter und Halme Kieselerde. Es gehören zu ihnen unsere sämmtlichen Getreidearten (Cerealien, Halmfrüchte), viele nahrhafte Futterkräuter (die Wiesengräser), verschiedene Handelspflanzen (z. B. das Zuckerrohr) und viele Unkrautpflanzen. Die Gräser sind deshalb eine der für den Menschen wichtigsten Pflanzenfamilien. Bekannt gegen 3500 Arten.

Taf. 10, Fig. 1. Der gemeine Hirse (Panicum miliaceum), ein einjähriges, im Orient stammendes Gras, welches kleine Körner halber, die von den verhältnismäßig eng umschlossen werden, auf Sand gebaut wird. Halm 2—4 Fuß hoch, [illegible] Blättern weich behaart. Ährchen [illegible] mit einer dritten Spelze (Andeutung einer Blüte) neben der Blüte. a Zweig [illegible] nat. Gr., b Ährchen von der [illegible] breiten Seite, d Geschlechtsorgane [illegible] der Spelzen, e Narbe, f Frucht, [illegible] schnitt (alle Fig. vergr., e stark vergr.).

Fig. 2. Der Reis (Oryza sativa), heimische, in stehenden Wässern [illegible] auf überschwemmbarem Boden in [illegible] gebaute Getreidepflanze mit 3—4 Fuß [illegible] Halme, welcher großentheils von den Blattscheiden umhüllt ist. Ährchen [illegible] Kelchspelzen, einblütig, in lockerer [illegible] lederartig, nervig gestreift, äußere [illegible] begrannt oder unbegrannt, Frucht [illegible] lich, glasig, von den verhärteten [illegible] Der Reis gehört zu den ältesten [illegible] wurde in China, wo seine Körner [illegible] ausschließliche Nahrung der niedern [illegible] [wie auch in Japan], schon im J. [illegible] angebaut) und ist in ganz Süd- [illegible] vorherrschend gebaute Cerealiengras. [illegible] breitete sich seine Cultur zunächst [illegible] Vereinigten Staaten Nordamerikas [illegible] Jahrh.) und von hier aus über [illegible] Amerika. In Südeuropa wird der Reis [illegible] der lombardischen Ebene und in der [illegible] vinz Valencia im großen cultivirt. [illegible] der nutzbarsten Pflanzen, indem [illegible] allein als Nahrungsmittel dienen, [illegible] auch Spiritus (in Verbindung mit [illegible] Zuckerrohrs und einigen Palmen [illegible] mige reizmindernde Getränke bereitet [illegible] sein Stroh zu Hüten benutzt wird. Unser [illegible] untersten Theil des Halms und eine [illegible] Gr.; a Querdurchschnitt durch den [illegible] umhüllten Halm, b und c Ährchen.

Fig. 3. Das Ruchgras (Anthoxanthum [illegible]), ein auf trockenen und moorigen [illegible] sendes, im ersten Frühling zu [illegible] ausdauerndes Gras, welches [illegible] nehmen aromatischen Geruch (Heugeruch) [illegible] nur ein geringes Futtergras ist. Es [illegible] ähre (d. h. eine Rispe mit verkürzten [illegible] chen eigentlich dreiblütig, doch [illegible] fruchtbar, mit nur 2 Staubgefäßen, [illegible] seitlichen auf einzelne begrannte Spelzen [illegible] scheinen (a Ährchen, vergr.).

Fig. 4. Der Kolbenhirse (Setaria [illegible]), jähriges, wahrscheinlich aus Südwest- [illegible] China mit dem Reis eingeführtes, [illegible] zuerst aus Italien gebrachtes Gras [illegible] dem Rispenhirse ähnliche, doch [illegible] bringt. Halm 2 bis 4 Fuß hoch, [illegible] wie beim Rispenhirse weich behaart, [illegible] Borsten umgeben, zweiblütig, doch [illegible] ständig entwickelten fruchtbaren [illegible] gelappte überhängende Rispenähre [illegible] in Deutschland wenig angebaut [illegible] chen in nat. Gr., b drei Ährchen [illegible] Entwickelung, vergr.).

Fig. 5. Der gemeine Roggen (Secale cereale), bekanntes Getreidegras von unbekannter Herkunft, welches als Winter- (zweijährige) und Sommergetreide (einjährige Pflanze) gebaut wird und einblütige begrannte, in eine zweizeilige Aehre gestellte Aehrchen besitzt (blühende Aehre, verkl., a Blattscheide in nat. Gr., b Frucht oder Roggenkorn, c Keim von vorn, d Frucht im Längsschnitt, e Keim im Längsschnitt, alles vergr., f entwickelter Keim). Die verwandte Gattung der Weizen (Triticum) unterscheidet sich durch zwei- bis dreiblütige Aehrchen, die Gattung der Gersten (Hordeum) dadurch, daß je 3 einblütige Aehrchen an den Zähnen der die Aehre durchziehenden Spindel sitzen. Alle diese Culturgräser, deren Anbau uralt ist, sind von unbekannter Herkunft, stammen aber wahrscheinlich insgesammt aus Asien.

Fig. 6. Der Taumelloch (Lolium temulentum), einjähriges Aehrengras mit vielblütigen Aehrchen, welche mit ihrer Kante der Spindel zugekehrt und blos mit einer Kelchspitze versehen sind, welche länger ist als das ganze Aehrchen, dessen Blüten bald begrannt, bald unbegrannt sind. Hat giftige Körner, deren Mehl dem Getreidemehl beigemengt das Brot vergiften kann. Wächst als Unkraut unter dem Getreide, besonders auf nassem Boden.

Fig. 7. Der Mais oder der türkische Weizen (Zea Mais), einjähriges in Südamerika heimisches und dort seit unbekannter Zeit angebautes Getreidegras mit rohrartigem markigen, bisweilen bis 16 Fuß hoch werdenden Halm, dessen Mark zuckerhaltig ist, breiten glänzendgrünen Blättern und eingeschlechtigen Blüten, von denen die männlichen in zweiblütigen Aehrchen geordnet eine große Rispe (Fahne) am Ende des Halms bilden, während die weiblichen um eine fleischige blattwinkelständige Spindel gestellt sind, die in viele Hüllblätter eingewickelt ist und so als ein grünlicher Kegel erscheint, aus dessen Spitze die langen fadenförmigen feinbehaarten silberglänzenden Griffel büschelförmig heraushängen. Dieser weibliche Blütenstand entwickelt sich zu dem bekannten Maiskolben, an welchem die großen rundlich-eckigen Körner zu Hunderten reihenweis angeordnet sitzen. Der Mais wird gegenwärtig nicht allein in allen warmen Ländern, sondern auch in der gemäßigten Zone, daher auch in Deutschland in vielen Gegenden im großen angebaut; die Körner liefern ein sehr weißes Mehl, die Blätter und Stengel ein vortreffliches Viehfutter. (Abbild.: oberer Theil einer blühenden Pflanze, sehr verkleinert; a männliches Aehrchen, b weibliche Blüten, c Kolben, verkl., d Frucht im Längsschnitt, vergr.)

Fig. 8. Das gemeine Bambusrohr (Bambusa arundinacea), baumartiges, in Ostindien und Südostasien heimisches Rohrgras, dessen Stämme bis 60 Fuß Höhe und 4—6 Zoll Stärke erreichen und vielfach verästelt sind. Blätter lanzettförmig gedrängt stehend, zweizeilig, Aehrchen vielblütig, aus unbegrannten Zwitter- und männlichen Blüten bestehend, in Rispen gruppirt. In den Knoten dieses ganze Waldungen bildenden und in China, Japan und dem südlichen Asien auch viel angebauten Rohrgrases, dessen dünnere Aeste die bekannten Bambusrohrstöcke liefern, erzeugt sich eine eigenthümliche kalkige Masse (Tabaschir), welche im ganzen Orient als Heilmittel in hohem Ansehen steht und früher auch in Europa officinell war. Die Stämme dienen in Südasien, China und Japan allgemein als Baumaterial, die Blätter werden zum Einpacken, z. B. des Thees, und zu Matten gebraucht. Aehnliche baumartige Rohrgräser kommen auch in Südamerika vor.

Fig. 9. Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum), eine angeblich aus Westasien stammende Grasart mit gegliedertem, viele Wurzelzasern entwickelndem Rhizom, aus welchem alljährlich mehrere einfache, vielknotige, bis 12 Fuß Höhe und unten bis 2 Zoll Dicke erreichende, mit einem lockern saftigen zuckerreichen Mark erfüllte Halme hervorwachsen, die zweizeilig mit 4 bis 5 Fuß langen und bis 2 Zoll breiten am Rande scheidend scharfen Blättern besetzt sind und zur Blütezeit eine mächtige bis 2 Fuß lange pyramidale Rispe zahlloser von langen seidenglänzenden Haaren umringter zweiblütiger Aehrchen tragen. Die untere Blüte besteht nur aus einer Spelze, ist daher taub (b). Dieses schöne Gewächs wird gegenwärtig in allen Tropenländern, besonders in Ost- und Westindien, doch auch in der wärmern gemäßigten Zone hin und wieder angebaut, z. B. in Südspanien, Südportugal und auf Sicilien. Zur Gewinnung des Rohrzuckers wird vorzüglich der untere, das meiste, saftigste und süßeste Mark enthaltende Theil des Halms benutzt. (a Stücken des Halmes in $\frac{1}{2}$ nat. Gr., b Aehrchen, vergr.)

Fig. 10. Das Pampasgras (Gynerium argenteum), prachtvolles, in den weiten Ebenen der südamerikanischen Pampas wachsendes und seit einer Reihe von Jahren in unsern Gärten eingeführtes ausdauerndes Gras, dessen starre weißlichgrüne Blätter einen großen fast Mannshöhe erreichenden Busch bilden, aus welchem sich zur Blütezeit mehrere steif aufrechte einfache Halme mit mehrere Fuß langen straußförmigen, dichten Rispen von behaarten, silberweiß glänzenden, fünf- bis sechsblütigen Aehrchen erheben.

Fam. 2. Die Scheingräser (Cyperaceae). Sie unterscheiden sich von den Süßgräsern durch den knotenlosen, oft dreikantigen Stengel, durch dreireihig angeordnete Blätter ohne Blatthäutchen, deren Stiel eine oft nur sehr kurze geschlossene Scheide bildet, durch die anders gebildeten Blüten und ihr vorzugsweises Vorkommen auf nassem und sumpfigem Boden. Blüten zwitterlich oder eingeschlechtig, hüllenlos oder von einem Perigon, oder von Borsten und Haaren umgeben, von einer einzigen spelzenförmigen Deckschuppe gestützt, in Aehrchen, Aehren, Knäuel, Büschel gestellt, welche oft wieder trugdoldig oder rispig gruppirt sind. Drei Staubgefäße mit haarfeinen Filamenten, deren Spitze an das eine Ende des Staubbeutels befestigt ist. Oberständiger einfächeriger Fruchtknoten mit oder ohne Griffel und 2 oder 3 federigen Narben. Einsamige Schalfrucht, oft dreikantig, mit harter, oft dicker Schale, kleinem Eiweißkörper und in diesem eingeschlossenen Keime. — Die Cypperaceen sind ebenfalls über die ganze Erde verbreitet, ihre meisten Gattungen jedoch in der Aequatorial- und Tropenzone heimisch. Dagegen zeichnen sich einige in der gemäßigten und kalten Zone verbreitete Gattungen (z. B. die Gattung der Rietgräser, Carex) durch großen Reichthum an Arten und Individuen aus. In den heißen Ländern besteht der Graswuchs der feuchten und sumpfigen Niederungen oft ausschließlich aus Cypperaceen. Allen mangelt der Zucker, dagegen enthalten viele saure Säfte, weshalb die Scheingräser nur ein schlechtes Viehfutter gewähren und die einheimischen von den Landwirthen als „Sauergräser" bezeichnet werden. Nutzpflanzen enthält diese Familie nur wenige.

Taf. 10, Fig. 11. Das gemeine Wollgras (Eriophorum latifolium). Die Wollgräser wachsen auf torfhaltigem, nassem und sumpfigem Boden und haben ihren Namen von den seidenglänzenden Wollhaaren erhalten, von denen die Staubgefäße der zwitterlichen in eiförmige Aehren gestellten Blüten umgeben sind, und welche, indem sie sich nach der Blüte-

zeit bedeutend verlängern, den fruchttragenden Aehrchen das Ansehen glänzender Wollflocken verleihen. Die Stengel der Wollgräser sind rund, wenig beblättert und tragen bald nur eine, bald viele trugdoldig angeordnete Aehren. Zu letztern gehört das hier abgebildete, in Mittel- und Nordeuropa häufig vorkommende breitblätterige Wollgras. (Blühende und fruchttragende Aehre in natürlicher Größe, a Blüte, b Frucht im Querschnitt, vergr.)

Fig. 12. Die Erdnuß (Cyperus esculentus). Die Gattung der Cyperngräser, deren zahlreiche Arten vorzüglich in der wärmern Zone verbreitet sind, zeichnet sich durch vielblütige zweizeilige Aehren aus, welche gebüschelt und trugdoldig angeordnet an der Spitze des dreikantigen beblätterten Halms, von Hüllblättern umgeben, stehen und Zwitterblüten enthalten. Die Erdnuß, eine in Südeuropa und Nordafrika heimische und dort wie auch in den Rheingegenden und anderwärts im südlichen Mitteleuropa angebaute Pflanze trägt an ihren Rhizomästen unregelmäßig geformte mehlreiche eßbare Knollen, welche zu Confect und Getränken benutzt werden. (Die ganze Pflanze sehr verkleinert, daneben eine Aehre in nat. Gr.)

Fig. 13. Die Papierstaude der Alten (Papyrus antiquorum). Ein stattliches, an den Ufern des Nil, aber auch in Sicilien an Flußufern wachsendes, in unsern Gärten und Gewächshäusern in Bassins häufig cultivirtes Gewächs mit schlanken stumpf dreikantigen bis mannshohen blattlosen Stengeln, welche einen Schopf von schmalen Blättern und von dünnen bis fußlangen Stielen mit sechs- bis achtblütigen Aehren tragen und am Grunde von scheidigen linealen Blättern umgeben sind. Aus dem Mark der Halme wurde das Papier der alten Aegypter bereitet, der kriechende dicke Wurzelstock dagegen als Nahrungsmittel benutzt.

II. Ordnung der Kolbenblütigen (Spadiciflorae). Blüten eingeschlechtig, selten zwitterlich, hüllenlos oder mit Perigon, einem oft von einem oder mehrern Scheidenblättern umgebenen, seltener nackten Kolben eingefügt. — Die niedrigsten Glieder dieser Gruppe sind als die unvollkommensten Monokotyledonen zu betrachten, während die höchst entwickelten weit vollkommener organisirte Gewächse sind als die Spelzenblütler.

Fam. 1. Wasserlinsen (Lemnaceae). Kleine auf dem Wasser frei schwimmende Pflänzchen mit blattartigem aber blattlosem Stamme, welche eine oder mehrere in das Wasser hinabhängende einfache Wurzeln entwickeln und eingeschlechtige hüllenlose auf 1 Staubgefäß oder 1 Stempel reducirte Blüten in einem verschwindend kleinen Kolben tragen, der in eine krugförmige zarthäutige Scheide eingeschlossen ist. Frucht eine ein- oder mehrsamige nicht aufspringende Schlauchfrucht. Die Wasserlinsen bedecken stehende Gewässer oft als grüner Ueberzug und geben ein gutes Futter für Enten (daher auch Entengrün genannt) und Schweine ab. Manche Arten bestehen blos aus Grundgewebe ohne Gefäßbündel und sind daher als die unvollkommensten Samenpflanzen anzusehen.

Taf. 11, Fig. 14. Die höckerige Teichlinse (Lemna gibba), halbkugelig, 2—3 Linien breit (a ganze Pflanze in nat. Gr. b, Blüte mit der krugförmigen Scheide, dem Fruchtknoten und 2 Staubblättern, stark vergr., c die ganze grosse Intercellularräume enthaltende Pflanze senkrecht durchschnitten mit dem Kolben, vergr.).

Fam. 2. Wasserriemenartige (Zosteraceae). In salzigen Wässern, besonders in seichten Meerwasser vegetirende, im Schlamme wurzelnde Pflanzen mit linealen oder riemenartigen Blättern und blattartigen, von der Blattscheide umhüllten Kolben, an denen nackte Staubgefäße und Stempel sitzen. Nußartige einsamige Frucht mit eiweißlosem Samen.

Taf. 10, Fig. 15 Der Meer-Wasserriemen oder das Seegras (Zostera marina), an allen europäischen Küsten wachsend, wird getrocknet zum Ausstopfen der Kissen, Matratzen und als Verpackungsmaterial benutzt. a unfruchtbare, b fruchtbare Pflanze, verkl.; c ein kolbentragender Zweig in nat. Gr., e Stempel, f Frucht, g Same, vergr.; d Kolben von Zostera minor, vergr.)

Fam. 3. Laichkräuter (Potamogetoneae). Schwimmende oder untergetauchte Gewächse mit beblätterten Stengel und gestielten endständigen, am Grunde des Stiels von dünnhäutigen Scheidenblättern umgebenen Kolben, welche mit einem vierblätterigen Perigon versehene Zwitterblüten tragen. Frucht wie bei der vorigen Familie. Hierher gehört das gemeine Laichkraut (Potamogeton natans), häufig in Teichen, an deren Wasserspiegel die länglichen oder elliptisch-langgestielten Blätter schwimmen, während die Kolben über dem Wasserspiegel hervorragen.

Fam. 4. Arumgewächse (Aroideae). Ausdauernde Kräuter und Stauden mit knolligen oder kriechenden fleischigen Rhizomen, selten kletternde Sträucher mit Luftwurzeln. Blätter sehr verschieden geformt, meist groß und saftvoll, gewöhnlich langgestielt mit breiter, häufig pfeil- oder spießförmiger nicht selten gelappter oder zertheilter Blattspreite, grundständig, oder an einer oberirdischen Achse abwechselnd stehend. Kolben meist grund-, selten achsel- oder seitenständig, gewöhnlich am Grunde oder ganz und gar von einem eigenthümlich geformten, oft schön gefärbten Scheidenblatt umhüllt, selten nackt, entweder ganz oder nur am Grunde mit sitzenden Blüten bedeckt. Letztere eingeschlechtig oder zwitterlich, nackt, selten mit einem Perigon versehen. Frucht beeren-, selten schlauchfruchtartig, ein- oder mehrfächerig, ein- oder wenigsamig, Samen mit lederartiger oder dünner Schale und mehligem Eiweiß, selten eiweißlos. — Die Aroideen bilden eine große Familie, deren meiste Arten innerhalb der Tropen vorkommen, wo sie namentlich auf dem feuchten Boden schattiger Urwälder wachsen oder schmarotzerartig an Baumstämmen mittels Luftwurzeln angeheftet sind oder an solchen emporklettern. Die Aroideen der Tropenländer prangen zum Theil mit prachtvoll gefärbten Blättern (viele Caladien), oder mit schön und eigenthümlich geformten (die Arten von Dracontium, Philodendron, Pothos), oder mit riesig großen (Colocasia, Caladium); viele sind deshalb zu Zierden in Gewächshäuser und Zimmer geworden und werden als sogenannte Blattpflanzen hochgeschätzt. In Europa kommen nur wenige Arten vor. Die Knollen enthalten viel Stärkemehl, die Beeren meist einen scharfen giftigen Stoff. Die Aroideen der Tropen verleihen der dortigen Vegetation das Gepräge der tropischen Fülle und Pracht.

Taf. 11, Fig. 3. Der gemeine Aronstab (Arum maculatum), ein in schattigen Laubwäldern Mitteleuropas wachsendes Knollengewächs mit langgestielten pfeilförmigen, glänzendgrünen (bisweilen dunkel gefleckten) Blättern und grundständigem gestielten, von einem hellgrünen Scheidenblatt fast ganz umhüllten Kolben, der am Grunde Fruchtknoten, darüber keulige Warzen, weiter oben sitzende Staubbeutel und darüber wieder spitzige Warzen trägt und sodann in eine violettbraune Keule ausläuft. Beeren roth. Früher officinell. (Ganze Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., a Kolbe in nat. Gr., b Staubbeutel, c derselbe ausstäubend, d Fruchtknoten, e derselbe im Durchschnitt, vergr.).

Fig. 4. Das Schlangenkraut (Calla palustris),

ein in Mittel- und Nordeuropa an Teichrändern, in Wassergräben und Sümpfen vorkommendes Rhizomgewächs mit langgestielten herzeiförmigen Blättern und nacktem Stengel, welcher an der Spitze einen ganz mit nackten Zwitterblüten bedeckten Kolben trägt, der an der Basis von einem breiten inwendig schön weißen Scheidenblatt umgeben ist. Beeren scharlachroth. War früher ebenfalls officinell. (Abgebildet: der Stengel mit dem Kolben in nat. Gr., a Blüte, b und c Staubgefäße, vergr.)

Fig. 5. Caladium Argyrites und Fig. 7 Caladium giganteum. Die Caladien sind saftvolle Tropengewächse mit knolligen Wurzelstöcken, den Arumarten ähnlich, von denen sie sich dadurch unterscheiden, daß die Kolben gänzlich mit Blüten bedeckt sind, und zwar zu unterst mit Fruchtknoten, in der Mitte mit staubbeutelartigen Hervorragungen oder Warzen, am obern Theil mit Staubbeuteln. Viele Caladien haben prächtig gefärbte oder gefleckte Blätter (z. B. silberfarben gesprenkelte das als Blattpflanze sehr beliebte C. Argyrites, vom Amazonenstrom, hier in $^1/_4$ nat. Gr. abgebildet), andere riesengroße, z. B. das in Yucatans Urwäldern heimische C. giganteum, dessen Blattstiele länger als ein Mann sind.

Fig. 6. Die Tarropflanze (Colocasia macrorhiza), eine riesige Aroidee mit kurzem baumartigen Holzstamm und dickstieligen Pfeilblättern, deren Spreite bis 3 Fuß lang ist, wird auf den Sandwichinseln wegen ihrer mehlreichen Rhizome als Nahrungspflanze angebaut. Demselben Zweck dient auf andern Inseln der Südsee das ähnliche doch minder große Caladium esculentum.

Fig. 8. Der gefingerte Pothos (Pothos digitata), ein mit Luftwurzeln kletternder Strauch des tropischen Südamerika, hier in $^1/_4$ nat. Gr. abgebildet, besitzt langgestielte fingerförmig getheilte Blätter und achselständige kurzgestielte, über und über mit von einem Perigon umhüllten Zwitterblüten bedeckte Kolben (a einzelne Blüte, b Staubblatt von außen, c Fruchtknoten, vergr., d Blüte im Längsschnitt, stärker vergr.).

Fig. 9. Der Kalmus (Acorus Calamus), aus dem Orient stammendes, doch längst in fast ganz Europa einheimisch gewordenes, in Teichen und Lachen wachsendes Rhizomgewächs, dessen aromatischer kriechender fleischiger Wurzelstock bekanntlich als Arznei und Gewürz und überzuckert als Confect dient. Blätter und Stengel sind breit lineal, sehr lang, aus der Seite des Stengels bricht der nackte ganz mit Zwitterblüten bedeckte Kolben hervor. (Abgebildet: die ganze Pflanze, sehr verkleinert, a Kolben in nat. Gr., b Blüte von oben gesehen, c dieselbe von der Seite, vergr.)

Fam. 5. Rohrkolbengewächse (Typhaceae). Einhäusige perennirende Sumpfgewächse mit langen schmalen schilfähnlichen Blättern und einfachen, selten verzweigten Stengeln, welche männliche und weibliche Blüten in gesonderten walzen- oder kugelförmigen Kolben tragen. Blüten auf die Geschlechtsorgane reducirt, von Borsten umgeben, männliche aus 3 Staubgefäßen, weibliche aus einem gestieltem Fruchtknoten mit oft langer Narbe bestehend. Kleine einsamige balgoder steinfruchtartige Frucht, Same dünnschalig, eiweißhaltig.

Taf. 11, Fig. 2. Der breitblätterige Rohroder Teichkolben (Typha latifolia), in stehenden Gewässern häufig, macht 6—9 Fuß hohe Stengel, die an der Spitze zwei walzige aneinanderstoßende Kolben tragen, von denen der obere männliche, der untere weibliche Blüten enthält. Letzterer wird zuletzt zolldick und färbt sich schwarzbraun. Die feinen Blütenhaare werden als Einstreupulver bei wunden Hautstellen gebraucht. (Abgebildet: die kolbentragende Spitze des Stengels in $^1/_2$ nat. Gr., a weibliche, b männliche Blüte, vergr.)

Fam. 6. Pandanggewächse (Pandaneae). Zweihäusige, aufrechte, niederliegende oder kletternde Bäume und Sträucher der Tropenländer mit anfangs einfachem walzenförmigen, später verästeltem Stamme, welcher zahlreiche Luftwurzeln entwickelt und schließlich auf einem Gerüst von Luftwurzeln steht und dessen Gipfel sowie das Ende der Aeste eine stattliche, an die Palmen erinnernde Krone langer einfacher, oft dornig gesägter Blätter trägt. Männliche Blüten in ähren-, weibliche in zapfenförmige Kolben gestellt, Staubfäden und Fruchtknoten verwachsen, ohne Hüllen, Kolben am Grunde von mehrern oder vielen oft schön gefärbten Hüllblättern umgeben. Früchte steinfruchtartig mit trockener faseriger Mittelschicht oder beerenartig, einoder vielsamig, untereinander zu einem großen kugeligen oder länglichen Fruchtkörper (Fruchtstand) verwachsen, bei manchen Arten eßbar. Samen mit fleischigem Eiweiß. — Die Pandaneen sind vorzüglich über die Inseln des Indischen Archipels und des Großen Oceans verbreitet. Dort wird namentlich der mit äußerst wohlriechenden Blumen begabte Pandanus odoratissimus seiner eßbaren Früchte halber allgemein angebaut. (Taf. 14, Fig. 1 Pandanus litoralis von den Vandainseln, sehr verkleinert; Fig. 15 ein Fruchtkörper in nat. Gr.)

Fam. 7. Kreisblütler (Cyclantheae). Palmenartige einhäusige Holzgewächse der Tropenländer mit einfachem, meist verkürztem Stamme und einer großen Krone fiederschnittiger oder fächerförmiger Blätter, an deren Grunde gestielte ährenförmige, über und über mit quirlständigen Blüten bedeckte, von großen Hüllblättern umgebene Kolben stehen. Blüten mit Perigon, männliche mit 2 bis vielen freien Staubgefäßen, weibliche mit oberständigem Fruchtknoten, langem oder fehlendem Griffel, getheilter oder ganzer Narbe. Benachbarte Fruchtknoten häufig verwachsen. Steinfrucht- oder beerenartige, ein- oder wenigsamige Frucht, von den verhärteten Schuppen der Blütenhülle umschlossen. Samen eiweißhaltig. — Die durch das äquatoriale Südamerika und Westindien zerstreuten Cyclantheen wurden früher zu den Palmen gerechnet, zu denen sie allerdings den Uebergang von den Kolbenblütigen bilden.

Taf. 14, Fig. 2. Die großfrüchtige Elfenbeinpalme (Phytelephas macrocarpa), eine an Flußufern in Peru und Neugranada wachsende Art mit verkürztem Stamme, 6—10 Fuß langen fiederschnittigen Blättern, keulenförmigen Kolben und großen kugeligen stacheligen Früchten, welche vier linsenförmige Samen mit elfenbeinweißem und elfenbeinhartem Eiweißkörper enthalten. Aus letzterm, unter dem Namen vegetabilisches Elfenbein bekannt, werden Stockknöpfe und allerhand Bijouterien verfertigt. (Fig. 2 ganze Pflanze, sehr verkleinert; Fig. 16 b Frucht von Phytelephas Ruizii im Querschnitt in $^1/_2$ nat. Gr., a Samen daraus im Längsschnitt mit dem Keime.)

III. Ordnung der Pflanzenfürsten (Principes). Besteht blos aus der Familie der Palmen (Palmae). Holzgewächse der Aequatorial-, Tropen- und subtropischen Zone beider Hemisphären von meist baumartigem Wuchse, mit aufrechtem säulenförmigen gewöhnlich einfachen Stamme, der eine gewaltige Krone großer Blätter trägt, seltener mit verkürztem oder unterirdisch kriechendem oder kletterndem und verzweigtem Stamme, in letzterm Falle bisweilen einzeln und entfernt stehende Blätter tragend. Der aufrechte Stamm hat

stets eine Faserwurzel, ist walzig oder nach oben zu verdickt oder (selten) in der Mitte bauchig aufgetrieben, glatt, knotig, geringelt oder schuppigrauh, bei wenigen Palmen nach oben gabeltheilig-ästig, mehrere Blätterkronen tragend; der kletternde ist aus langgestreckten Internodien zusammengesetzt, mit einzeln stehenden Blättern besetzt, ästig und oft seilförmig, stets glattrindig und knotig. Blätter von mehrjähriger Dauer, sich aus der Endknospe alljährlich erneuernd, spiralig gestellt, sehr groß, mit scheidigem holzigem Blattstiel, fiedertheilig und fiederschnittig (scheinbar gefiedert), oder fächerförmig, dann oft hand- oder fingerförmig zertheilt, Lappen oder Abschnitte meist gefaltet, steif und hart. Blattstiele am Rande oft dornig, Scheide groß, den Stamm oft ganz umfassend, nicht selten aus einem Bastbündelgeflecht bestehend. Blüten eingeschlechtig, selten zwitterlich, an verzweigten schmächtigen holzigen Kolben sitzend, diese oft sehr groß, zwischen den Blättern aus lederartigen, zusammengefalteten Scheidenblättern, die sie anfangs ganz umschließen, hervorbrechend. Blüten sehr zahlreich, aber unansehnlich, jede von einem oder mehrern Deckblättchen gestützt, mit persistentem, aus 2 alternirenden Kreisen von je 3 Blättern bestehendem Perigon, 6 selten 3 oder vielen, oft monodelphischen Staubgefäßen und 3 bald getrennten, bald zusammengewachsenen oberständigen Stempeln; Fruchtknoten ein- bis dreifächerig (wenn aus 3 verwachsenen bestehend). Steinfrucht mit lederartiger, faseriger oder fleischiger Außenhülle und ein- bis dreisamigem Steinkern oder beerenartige ein- bis dreisamige Frucht; Samen mit großem, den an der Peripherie gelegenen kleinen Keim umschließenden Eiweißkörper. — Die Palmen gehören zu den stolzesten, imponirendsten Pflanzenformen der Erde und sind zugleich höchst nutzbare Gewächse, indem fast jeder Theil technisch verwerthbar ist. Viele erreichen eine sehr bedeutende Stammhöhe und prangen mit kolossalen Kronen riesiger Feder- oder Fächerblätter. Ihr Blütenreichthum und ihre Fruchtproduction ist geradezu fabelhaft, bei manchen kommen bis 200000 Blüten an einem einzigen Kolben vor, welche dann ebenfalls eine riesenmäßige Größe erreichen. Die meisten Palmen wachsen im tropischen Amerika. Linné kannte blos 15 Arten, während bis 1863 deren schon 681 bekannt waren. Auch hat man schon viele vorweltliche Palmen im versteinten oder verkohlten Zustande aufgefunden, besonders in den Schichten der Tertiärperiode. Die Palmen zerfallen in glattfrüchtige und in solche mit beschuppten oder gepanzerten Früchten (Taf. 14, Fig. 13), außerdem in eine Anzahl Tribus oder Unterfamilien.

Taf. 13, Fig. 2. Die Dumpalme (Hyphaene thebaica), eine der wenigen Palmen, deren Stamm sich gabelförmig verzweigt und sich dadurch der Form der Drachenbäume nähert, wächst in Oberägypten, Abyssinien, Nubien und Arabien. Stamm bis 30 Fuß hoch, Blüten gelblich, Steinfrüchte mit fleischig-faseriger Hülle, eßbar.

Fig. 3. Die Dattelpalme (Phoenix dactylifera), uralter Culturbaum, vom nordwestlichen Indien durch Westasien und Nordafrika bis Südeuropa und bis auf die Canarischen Inseln verbreitet und namentlich in den Oasen der afrikanischen Wüsten im größten Maßstabe angebaut, erreicht bis 70 Fuß Höhe und besitzt bis 10 Fuß lange Blätter. Blüten zweihäusig. Männliche Kolben groß, weibliche verhältnißmäßig klein, obwol ein einzelner bis 200 Früchte zu erzeugen vermag. Letztere, die bekannten Datteln, bilden das Hauptnahrungsmittel der Wüstenbewohner, werden frisch und getrocknet gegessen und auch als Entzündung milderndes Mittel angewendet. (a ein Kolben mit seinem Scheidenblatt, b eine unreife Frucht, c dieselbe geöffnet, d Steinkern, nat. Gr.)

Fig. 4. Die Zwergpalme (Chamaerops humilis), die einzige in Europa (Südeuropa) wildwachsende, aber auch in Nordafrika vorkommende Palmenart, ist gewöhnlich stammlos oder stämmig, sodaß sie mit ihren verhältnißmäßig kleinen Fächerblättern einen abgerundeten flachen 3 Fuß hohen Busch bildet, kann aber unter günstigen Standortsverhältnissen auch zu einem Stamm von 10 bis 25 Fuß Höhe mit zierlichen Kronen erwachsen. Blüten ebenfalls zweihäusig, Stämme stämmig, ungenießbar. Die jungen Herzblätter als Salat oder Kohl genossen, aus den Blättern Matten, Zierathen und Körbe verfertigt (z. B. in Südportugal).

Taf. 14, Fig. 3. Die mexicanische (Chamaedorea Schiedeana), eine Zierpalme unsern Gewächshäusern häufig cultivirte Palme mit kaum zollstarkem, aber bis 8 Fuß und höherm, knotiggeringeltem, glattem, etwas entfernt stehenden Fiederblättern, aus die kleinen verzweigten, zuletzt abwärts hängenden Kolben stehen; wächst in Mexico und bringt schwarzgrüne ungenießbare Beeren hervor, welche werden zu Stöcken benutzt, welche man aus Bambusrohrstöcke ausgibt.

Fig. 4. Die Sagopalme (Metroxylon Sagus), auf den Molukken und Sundainseln häufig angebaut, gehört zu den schönsten Palmen. Ihr Stamm wird nur bis 15 Fuß hoch, trägt aber eine gewaltige Krone von 40 Fuß langen Fiederblättern, deren bis 4½ Fuß lang und bis 2 Zoll breit werdende Fiederabschnitte schwach dornig gezähnt sind. Kolben 3 Fuß lang, aus bis 3 Fuß langen außen stachelig hervorragend, vielfach verzweigt, anfangs schmutzigrothen wolligen Schuppen und bedeckt. Aus dem mehlreichen Marke dieser und anderer Arten derselben Gattung echte Sago (Palmensago) gewonnen. Ein Stamm vermag bis 800 Pfund Sago zu liefern. Auch wird aus dem Marke Brot bereitet. Frucht in nat. Gr.)

Fig. 5. Die Kokospalme (Cocos nucifera), berühmte Palme, deren Vaterland unbekannt, wahrscheinlich in Amerika (wo die nächstverwandten der Gattung Cocos ausschließlich wachsen), ist, und welche schon seit geraumer Zeit in Tropenländern rings um die Erde bebaut und angebaut wird, besonders an den Ufern des Großen Oceans, deren Hauptnutzpflanze gehört zu den stolzesten und nutzbarsten, schlanke, höchstens 1 Fuß starke Stämme, wird bis 100 Fuß hoch, die Fiederblätter 15 Fuß, die Kolbenscheiden bis 3 Fuß lang, 2 Fuß bis 30 dreikantige Aeste. Letztere mit weißen, wohlriechenden Blüten bedeckt, Mehrzahl männlich, nur wenige weiblich, noch trägt eine einzige Kokospalme eine Frucht. Diese, die Größe eines Mannskopfes, Steinfrüchte mit dicker faseriger Hülle, dreikantige, am Scheitel mit 3 Löchern, genannte Kokosnuß ist ihr Steinkern, ihr Innenraum mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt, der Kokosmilch, später Eiweißkörper, welcher angenehm schmeckt. Aus diesem wird das Kokosöl gewonnen.

ɔeuscheiden Palmenwein oder sogenannter den Fasern der Fruchthülle verfertigt man au- und Flechtwerk von unverwüstlicher der beinharten Nußschale Knöpfe, Gefäße ſachen. Das Holz des Stammes dient als Heizmaterial, die Blätter werden zur Ver- n Matten, Hüten, Sonnenschirmen u. s. w., le zu Spazierstöcken, die an Gerbstoff rei- äne zum Schwarzfärben, die scheidigen en zu Sieben, das saftige Mark der End- Gemüse benutzt; kurz, es gibt keinen Palme, welcher nicht benutzbar wäre.

Die schwarzkernige Oelpalme (Elaëis), eine im Flußgebiet des Amazonen- flüſſen wachsende, durch einen meist nieder- nur 12 Fuß Länge erreichenden Stamm te Palme, welche bis 20 fast ebenso lange ge Blätter trägt, unterhalb deren die von umhüllten Kolben hervorbrechen. Diese sind weigt (der weibliche besitzt bis 100 Zweige), ½ Fuß lang. Das orangenfarbige Fleisch ien eiförmigen, durch gegenseitigen Druck chskantigen Steinfrucht enthält ein fettes s als Leuchtmaterial in Lampen benutzt iel wichtiger als diese amerikanische Oel- ie im tropischen Westafrika heimische und ßen Maßstabe angebaute Oelpalme von . guineensis), welche einen anfrechten, sehr den Stamm mit bis 15 Fuß langen Blät- und deren kolossale Fruchtkolben bis 800 n 1—3 Zoll Länge tragen und bis iegen. Das aus diesen Früchten gepreßte in neuerer Zeit ein sehr wichtiger Handels- orden; es wird alljährlich in Hunderten ladungen nach England ausgeführt und ur Fabrikation von Lichtkerzen verwendet. Die ostindische Fächerpalme (Corypha ra), eine prachtvolle Palme mit 60—70 Fuß n Stamme und einer majestätischen Blätter- 0—40 Fuß Durchmesser, wird nicht selten Gewächshäusern cultivirt. Die riesigen r haben im Vaterlande der Palmen bis ge armdicke Stiele, und unter ihrem fast Fächer sollen bis vier Männer Schutz gegen n. Die kolossalen, vielfach verzweigten stehen aufrecht, einen riesigen pyramidalen z bildend. Aus dem harten holzigen Kern oßen Steinfrüchte werden in Ostindien Zierathen verfertigt, die jungen Blätter hl benutzt.

Die brasilianische Weinpalme (Mau- a), eine riesige, durch Schlankheit des bei 100 bis 150 Fuß Höhe nur 2 Fuß durch eine imposante Krone langgestielter r (Stiel 8—10 Fuß lang, Fächer 10—15 urchmesser) ausgezeichnete, an Flußufern Palme, aus deren Saft (theils des Stam- der Früchte) ein süßes weinartiges Ge- et wird. Die an gewaltigen, abwärts Kolben befindlichen Früchte sind von der s Hühnereis und gleich denen der Sago- uppt. Zwischen der Schuppenhülle und liegt ein röthliches, Zucker und Oel ent- genießbares Fleisch. — Verwandt mit die- ist die durch A. von Humboldt bekannt nt gewordene Fächerpalme vom Orinoco), deren Stamm dicker, aber nicht so hoch (blos ß) wird, und den Guarani-Indianern alles s sie zu ihrem Leben brauchen, indem alle und Producte benutzbar sind.

Fig. 9. Die Palmyrapalme (Borassus flabelliformis), eine der am weitesten verbreiteten Palmen der Alten Welt (von Arabien bis Bengalen, wo sie namentlich an der Malabar- und Koromandelküste große Waldungen bildet, und bis Borneo, Celebes und Amboina) und eine der in unsern Gewächshäusern am häufigsten cultivirten Fächerpalmen, erreicht auch bis 100 Fuß Höhe und trägt eine kugelige Krone von bis 10 Fuß langen Blättern. Sie ist vielleicht die nutzbarste Palme (ein indisches Lehrgedicht zählt 801 nützliche Verwendungen auf) und wird deshalb auch im großen Maßstabe in ungeheurer Menge angebaut. Besonders liefert diese Palme viel Toddy und Jaggoryzucker, wovon z. B. aus Ceylon jährlich viele tausend Centner ausgeführt werden. Der Saft zu beiden wird aus den Kolbenscheiden gewonnen. Die Früchte sind große dreisteinige Steinfrüchte (Fig. 14, nat. Gr.), die Blüten zweihäusig.

Fig. 10. Die brasilianische Wachspalme (Copernicia cerifera), eine höchst malerische Palme mit mäßig hohem, durch die stehen bleibenden Basen der abbrechenden Blätter beschupptem Stamme und kugeliger dichter Krone schöngeformter langstieliger Fächerblätter, welche Wachs ausschwitzen, wächst in den innern Provinzen Brasiliens. — Viel mehr vegetabilisches Wachs als diese Palme liefert die riesige, in Columbia wachsende Klopstockia cerifera, eine mit Fiederblättern begabte Palme, deren Stamm bis 200 Fuß hoch wird, sowie die auf dem Andesgebirge zwischen 7930 und 9700 Fuß Meereshöhe vorkommende Ceroxylon andicola, deren fast ebenso große Höhe erreichender, ganz mit einer dicken Wachsschicht überzogener Stamm nach oben hin eine Anschwellung zeigt.

Andere bemerkenswerthe Palmen mit einfachem Stamme und mit einer Blätterkrone sind: die Betelpalme (Areca Catechu), 60 Fuß hoch, mit Fiederblättern, deren Samen (Betelnüsse) von den Malaien in Blätter des Betelpfeffers eingewickelt und mit Kalk vermischt gekaut werden, um den Athem wohlriechend zu machen, den Mund ziegelroth und die Zähne schwarz zu färben. Das Blattherz dieser in Südasien allgemein angebauten, sowie einer andern, der auf den Antillen heimischen A. oleracea, werden als Kohl verspeist. Fig. 12 zeigt die Frucht einer dritten Art, der in Ostindien heimischen A. triandra, in nat. Gr. — Die Zuckerpalme (Arenga saccharifera), eine in Ostindien und auf den indischen Inseln wachsende Palme mit Fiederblättern, enthält in den männlichen Kolben einen zuckerreichen Saft. Aus dem Mark wird Sago bereitet, aus den Fasern der Blattstiele Tauwerk.

Fig. 11. Die ostindische Rohrpalme (Calamus equestris). Die Gattung Calamus besteht aus Holzgewächsen mit schlanken, knotig-gegliederten, aus langgestreckten Internodien zusammengesetzten Stämmen, welche oft mehrere hundert Fuß Länge erreichen, sich vielfach verzweigen und an den Zweigen mit einzeln und entfernt stehenden Fiederblättern besetzt sind. Diese eigenthümlichen, den übrigen Palmen so unähnlichen Gewächse treten als riesige Schlingpflanzen in den Wäldern des tropischen Asien auf und bilden oft undurchdringliche Geflechte. Die schlanken Aeste, deren Internodien oft sehr lang gestreckt sind, werden zu Stöcken benutzt (die sogenannten spanischen Rohre), noch schwächere zu Rohrsesseln und anderm Flechtwerk. Die Stämme der hier abgebildeten Rohrpalme erreichen bis 180 Fuß Länge, die von C. Rotang sollen bis über 500 Fuß lang werden. Die Blattscheiden, Stiele und Mittelrippen der Blätter sind meist mit

starken Stacheln bedeckt, wodurch die natürlichen Geflechte dieser Palmen noch undurchdringlicher werden.

IV. Ordnung der Bananengewächse (Scitamineae). Großblätterige, saftvolle Stauden der Tropengegenden, manche von riesiger Größe und baumförmigem Wuchse, doch ohne wirklichen Holzstamm. Blätter einfach, unzertheilt, ganzrandig, fiedernervig, mit scheidigem Stiel. Blüten zwitterlich, mit unterständigem Fruchtknoten, unregelmäßig geformtem Perigon, oder mit Kelch und Blumenkrone; Blütenstände von scheidigen Deckblättern umschlossen. Vielsamige Kapsel oder Beere. Samen mit Eiweißkörper, welcher den Keim einschließt.

Fam. 1. Pisanggewächse (Musaceae). Große krautige Stauden mit meist verkürztem (unterirdischem) Stamme und oberirdischem bisweilen baumartigem Scheinstamme, welcher aus den sich gegenseitig umfassenden Scheiden alternirend zweizeiliger Blätter gebildet wird. Solche baumartige Formen (z. B. der gemeine Pisang, Taf. 12, Fig. 3) erinnern durch ihre mächtige Blätterkrone an Palmen. Blütenstand zusammengesetzt, ährig, bei diclinischen Blüten an der Spitze männlich, sonst weiblich, meist mit zweizeilig angeordneten, oft prachtvoll gefärbten scheidigen Deckblättern. Perigon blumenkronenartig, aus 6 in 2 alternirende Kreise geordneten, verschieden großen Blättern zusammengesetzt, oft zweilippig. Staubgefäße 6, das hintere unfruchtbar oder fehlend, mit breiten Filamenten. Beeren- oder steinfruchtartige, dreifächerige, ein- bis vielsamige Frucht.

Taf. 12, Fig. 3. Der gemeine Pisang (Musa paradisiaca), ein stolzes Gewächs von baumförmigem Wuchs mit riesengroßen (bis 12 Fuß langen und bis 2 Fuß breiten), im Alter der Quere nach spaltenden Blättern und gipfelständigem, kolbenartigem, bis 4 Fuß langem überhängendem, aus Blütenquirlen zusammengesetztem und in einen stumpfen nackten Kegel endigendem Blütenstande, wird in allen Tropengegenden wegen seiner eßbaren Früchte in vielen Varietäten (allein auf den Philippinen in mehr als 70) angebaut. Die Spitze der dicken Blütenstandsspindel ist purpurblau, die theils männlichen, theils zwitterlichen Blüten sind gelblichweiß, die scheidigen Deckblätter violett, die Früchte dreikantig, fast sichelförmig, bis 1 Fuß lang und bis 3 Zoll dick, fast samenlos. Sie bilden die tägliche Nahrung der Tropenbewohner, indem sie halb und ganz reif, roh und gekocht oder in Butter gebraten gegessen werden. Auch bereitet man aus ihren gegorenem Saft eine Art Wein. Eine einzige Pflanze vermag über einen Centner Früchte zu liefern. Nach der Fruchtentwickelung stirbt der ganze Stamm bis auf das Rhizom ab. Auch die übrigen Theile der Pflanze werden zu verschiedenen Zwecken benutzt. Als das Vaterland wird Ostindien angegeben, doch findet sich die Pflanze nirgends mehr wild. (a männliche Blüte, b Zwitterblüte, c Geschlechtsorgane, verkl., d Frucht von Musa coccinea im Querschnitt, e Same derselben Art im Querschnitt, f Keim daraus, nat. Gr.) — Eine verwandte Riesen- und Prachtpflanze ist der „Baum der Reisenden" (Ravenala madagascariensis), auf dessen bis 10 Fuß hohem Scheinstamme sich fächerförmige Krone zweizeilig angeordneter Riesenblätter erhebt, deren dicke Scheiden so viel Wasser erhalten, daß beim Anbohren dasselbe in einem Strahl herausströmt.

Fam. 2. Blumenrohrartige Pflanzen (Cannaceae). Stattliche Stauden des tropischen Amerika mit kriechendem oder knolligem Rhizom und oberirdischen aufrechten, bisweilen ästigen Stengeln, welche mit großen scheidigen, zweizeilig gestellten Blättern besetzt sind und mit einem ähren- oder rispenförmigen Blütenstande endigen. Blüten schön [illegible] mäßig, mit dreiblättrigem Kelch [illegible] lippigen, aus 6 in 2 Reihen [illegible] großen, mehr oder weniger verwachsenen [illegible] stehenden Blumenkrone. Das eine [illegible] als abwärts gebogene Lippe (labellum) [illegible] an welche das einzige Staubgefäß [illegible] Beeren- oder steinfruchtartige Frucht.

Taf. 12, Fig. 1. Das indische [illegible] (Canna indica), beliebte Zierpflanze [illegible] mit 3—5 Fuß hohem Stengel [illegible] Blüten. (Blatt und Blütenstand in [illegible] Fruchtknoten in nat. Gr.) — Zu dieser [illegible] hört auch die Pfeilwurz (Maranta [illegible]) ein in Westindien heimisches und angebautes Gewächs, deren stärkemehlreiche [illegible] das als Kraftmehl berühmte Arrowroot [illegible].

Fam. 3. Ingwergewächse [illegible] Stattliche perennirende Stauden mit [illegible] matischen Rhizom, ohne oder mit [illegible] irdischen Stengel, der häufig nur aus [illegible] Stielen der zweizeilig angeordneten [illegible] Blütenstände mit zweizeilig gestellten [illegible] blättern, bald aus dem Rhizom hervor[illegible] stengelständig, ährig oder rispig. [illegible] mäßig, oft zweilippig, aus in 2 Kr[illegible] nach unten meist röhrig verwachsenen [illegible] gebildet. Staubblätter bis auf eins [illegible] ähnliche Gebilde verwandelt, das einzige [illegible] beutel tragende dem lippenförmig [illegible] Staubblatt opponirt. Griffel lang, [illegible] den Fächern des Staubbeutels befruchtend, durchgehend. Frucht kapselartig, mit [illegible] springend, selten beerenartig, Samen [illegible] Samenmantel umhüllt. — Die überwiegende Mehrzahl der Zingiberaceen, von denen man [illegible] kennt, wächst in Ostindien, die übrigen [illegible] Amerika und Neuholland zu Hause.

Taf. 12, Fig. 4. Der gemeine Ingwer (Z. officinale), ein in Ostindien heimisches [illegible] Westindien angebautes Gewächs mit [illegible] kriechenden, dickem, knotigem, gegliedertem, welches die bekannte Ingwerwurzel [illegible] Stengel 3—4 Fuß hoch, Blätter [illegible] $2^1/_2$ Zoll breit, grundständige Blütenschaft [illegible] lang, Blüten gelblichweiß, wohlriechend [illegible] den Deckblättern, nat. Gr., b Blütenkelch [illegible] Zu dieser Familie gehört die Gelbwurz (C. longa), deren lange geringelte Rhizome [illegible] gelbe Farbe enthalten, und die Zitwer (Curcuma Zedoaria), deren bandförmige [illegible] officinell waren, desgleichen die als Aromawurz benutzte Galgantwurzel, der [illegible] Alpinia Galanga. Alle diese Arten sind [illegible] zu Hause.

V. Ordnung der Mannweibigen. [illegible] Staubbeutel mit dem Stempel verwachsen. [illegible] Name (vgl. die 20. Klasse des Linné). [illegible] Die wichtigste Familie dieser Ordnung [illegible] Orchideen (Orchideae). Krautartige [illegible] im Boden wurzelnd, mit Rhizomen versehen (Erdorchideen), theils mittels Wurzelorganen an Baumstämme oder Felsen [illegible] die Nahrung aus der Luft ziehend (Luftorchideen); erstere mit beblätterten [illegible] die Blüten einzeln oder ähren- oder [illegible] gruppirt an der Spitze trägt, letztere [illegible] grünen knollig ausgebildeten [illegible] (Scheinknollen, pseudobulbi), die [illegible] Blätter tragen und nackte Blütenschäfte [illegible]

basis, selten aus der Spitze, sowie zahlreiche Luftwurzeln entwickeln. Blätter abwechselnd, mit scheidigem Grunde, einfach ganz und ganzrandig, Blüten zwitterlich, von einem scheidigen Deckblatt gestützt, mit unterständigem Fruchtknoten und unregelmäßigem, oft zweilippigem, aus 6 in 2 alternirende Kreise geordneten Blättern bestehendem Perigon. Die drei äußern Blätter ziemlich oder ganz gleich in Form, Größe und Färbung, von den drei innern das mittlere (untere) stets eigenthümlich, oft höchst merkwürdig gebildet, die Honiglippe (labellum) genannt (Taf. 12, Fig. 6, a, b). Griffel innerhalb des Perigons als fleischige, verschieden geformte Säule (Griffelsäule) ausgebildet, mit welcher die beiden Fächer des einzigen Staubbeutels sehr selten 2 Staubbeutel verwachsen sind. In jedem Staubbeutelfach eine Pollenmasse (pollinarium) von mehligem Ansehen, oft keulenförmig und gestielt (Fig. 12, c, d). Frucht kapselartig, selten fleischig, mit 3 Klappen aufspringend, viele sehr kleine (staubartige) Samen enthaltend, welche von einem dünnhäutigen Samenmantel umgeben sind (Fig. 12, e). — Die Orchideen, eine sehr große Familie, sind besonders in den Tropengegenden verbreitet, wo die pseudoparasitischen ausschließlich vorkommen, doch gibt es auch zahlreiche Erdorchideen in der gemäßigten Zone und selbst in der kalten finden sich einige. Fast alle haben schön gefärbte Blumen, besonders aber zeichnen sich viele der pseudoparasitischen durch Anmuth oder Eigenthümlichkeit der Form, durch Größe und durch Pracht der Farben aus (z. B. die Gattungen Stanhopea, Cattleya, Aërides, Dendrobium, Coelogyne, Cycaste u. a.). Diese Bewohner der tropischen Urwälder sind zu den größten Zierden unserer Warmhäuser geworden, wo sie in hängenden Körbchen, Kämmen, an Holz- und Kohlenstücken cultivirt werden. Viele Orchideen haben einen süßlichen, nach Vanille riechenden Blumenduft.

Taf. 12, Fig. 5. Das weiße Knabenkraut (Platanthera bifolia), auf Waldwiesen im Juni oft häufig, mit weißen langgesporrnten Blüten, hat sehr angenehm süß duftende Blumen. (Abbildung in $^1/_3$ nat. Gr., a Blüte von vorn, nat. Gr.)

Fig. 6. Das gefleckblätterige Knabenkraut, Kukuksblume (Orchis maculata), auch eine verbreitete Waldpflanze, besitzt schwarzgefleckte Blätter und purpurne Blumen (a Blume von der Seite, b von vorn, c Griffelsäule von vorn, d Pollenmasse, e Samen; alle Figuren vergr.). Die Knollen mehrerer verwandter Erdorchideen sind als Tubera Salep officinell.

Fig. 7. Die Vanille (Vanilla planifolia), eine pseudoparasitische, kletternde Orchidee der Wälder Mexikos, mit gelb und weiß gefleckten Blumen, bringt lange schotenartige, meist violettbraune, höchst angenehm aromatisch duftende und schmeckende, fleischige Kapseln hervor, welche die echte Vanille des Handels bilden. a blühender, b fruchttragender Zweig in nat. Gr., c Griffelsäule, e Lippe, vergr.).

VI Ordnung der schwertblätterigen Gewächse (Ensatae). Krautartige oder strauchige, sehr verschieden gestaltete ausdauernde Gewächse mit schwertförmigen oder linealen Blättern und verschieden geformten Blüten, welche aus einem unterständigen Fruchtknoten und einem meist regelmäßigen, sechsblätterigen, in alternirende Kreise geordneten, getrennt- oder verwachsenblätterigen Perigon bestehen. Frucht kapselartig oder beerenartig, mehrfamig.

Fam. 1. Ananasgewächse (Bromeliaceae). Strauchartige Gewächse der Tropenländer Amerikas mit verkürztem Stamme und spiralig gestellten große Büschel bildenden Schwertblättern, welche am Rande oft dornig gezähnt sind. Blütenstand endständig, ähren- oder traubenförmig, seltener rispig, oft von prächtig gefärbten Deckblättern umgeben oder mit solchen besetzt. Blüten meist zwitterlich, Perigon röhrig, äußeres oft kelchartig, Staubgefäße 6, der Röhre des Perigons eingefügt, Griffel mit dreilappiger, gedrehter Narbe. Frucht vielsamig, Samen mit mehligem Eiweiß. Viele Bromeliaceen sind gleich den pseudoparasitischen Orchideen mittels Luftwurzeln an Aeste und Stämme von Bäumen angeheftet, sie bilden mit ersteren und mit Aroideen den Hauptschmuck der amerikanischen Urwälder.

Taf. 12, Fig. 2. Die Ananas (Bromelia Ananas), eine in allen Tropenländern und seit geraumer Zeit auch in der gemäßigten Zone in besonders construirten Treibhäusern (Ananashäusern) angebaute Pflanze von unbekannter Herkunft (in Ostindien ist ihre Cultur uralt), welche im Boden wurzelt und unterhalb des dicken kurzen Stamm krönenden Blätterschopfes die dicht zusammengedrängten Blüten entwickelt, durch deren Verschmelzung ein großer kugeliger Fruchtkörper von zuletzt goldgelber Farbe entsteht, die sogenannte, wegen ihres Wohlgeruchs und Wohlgeschmacks berühmte Ananasfrucht. Die einzelnen warzenförmigen Abtheilungen der Frucht bestehen aus den einzelnen Blüten, deren Perigone nach der Blütezeit fleischig und saftig werden und mit dem Fruchtknoten zu einer Scheinbeere verschmelzen. (Abbildung zeigt den obern Theil des fruchttragenden Samens in $^1/_3$ nat. Gr., a Blüte, b Frucht im Längsschnitt, nat. Gr.)

Fam. 2. Schwertliliengewächse (Irideae). Perennirende Kräuter mit knolligen oder fleischigen Rhizomen oder mit zwiebeligen Knollen, letztere stengellos, grundständige Blätter und Blüten entwickelnd, erstere mit beblättertem Blütenstengel. Blätter schwertförmig oder lineal, ganzrandig. Perigonblätter nach unten zu röhrig verwachsen, Staubgefäße 3, dem Grund der äußern Perigonblätter angewachsen, Griffel mit 3 blumenblattförmigen Narben. Dreifächerige, dreiklappige, vielsamige Kapsel, Samen mit fleischigem Eiweiß. — Bewohner der gemäßigten und subtropischen Zone beider Hemisphären, die meisten in Südafrika heimisch. Fast alle prangen mit schön gefärbten Blumen.

Taf. 11, Fig. 10. Die Siegwurz, der Schwertel (Gladiolus communis), beliebte, in Südeuropa heimische Zierpflanze unserer Gärten mit knolligem Rhizom und einseitswendiger Aehre fast zweiseitiger purpurner Blüten. (Abbildung a in $^1/_2$ nat. Gr., c Perigon, b Geschlechtsorgane, wenig größer, d Narbe, nat. Gr.)

Fig. 11. Die weiße florentinische Schwertlilie (Iris florentina), in Italien heimisch, dort und in Frankreich wegen ihres officinellen, nach Veilchen duftenden (daher Veilchenwurzel genannten) Rhizoms angebaut, hat weiße Blumen, deren äußere, wie bei allen Irisarten aus- und abwärts gebogene Blätter mit einem gelben Bart fleischiger Fasern geziert sind (a oberer Theil des Stengels, b unterer Theil und Rhizom in $^1/_2$ nat. Gr., c Narbe und Staubgefäß in nat. Gr.). Eine sehr verbreitete Zierpflanze unserer Gärten ist die deutsche Schwertlilie (I. germanica) mit großen violetten Blumen. An Ufern von Gewässern kommt häufig die mit goldgelben Blumen prangende Wasser-Schwertlilie (I. Pseudacorus) in ganz Europa vor. Beider Rhizom war früher auch officinell.

Fig. 12. Der Safran (Crocus sativus), ein im Orient heimisches, dort sowie in Oesterreich, Ungarn, Italien, Frankreich, Spanien und England im großen angebautes Knollengewächs, welches im Herbst sein

violetten Blumen entwickelt und dessen gelbroth gefärbte Narben den bekannten, als Gewürz und Arzneimittel hochgeschätzten Saffran bilden. Die meisten Arten der Gattung Crocus blühen im ersten Frühling; mehrere, wie die goldgelb blühende C. luteus und C. susianus und der violett, blau, weiß oder gescheckt blühende C. vernus gehören zu den ersten Frühlingsblumen unserer Gärten und sind allgemein verbreitete und beliebte Zierpflanzen geworden. (Abgebildet: die ganze Pflanze in ½ nat. Gr., a Narben, schwach vergr.)

Fam. 3. Agaveen (Agaveae). Riesige Stauden des tropischen Amerika von an die Aloës (s. Liliengewächse) erinnerndem Habitus mit verkürztem Stamm, welcher einen großen Blätterbüschel trägt und gleich diesem von vieljähriger Dauer ist, aber nur einmal Blüten entwickelt und dann sammt der Wurzel abstirbt. Blätter schwertförmig, meist dick und fleischig, Blüten an der Spitze eines oft riesigen, binnen wenigen Monaten sich entwickelnden, beschuppten Schafts ähren-, trauben- oder rispenförmig angeordnet mit regelmäßigem sechstheiligen Perigon, 6 Staubgefäßen und 1 Griffel. Frucht eine dreifächerige, aufspringende, viele flache Samen enthaltende Kapsel.

Taf. 13, Fig. 1. Die amerikanische Agave oder sogenannte hundertjährige Aloë (Agave americana), ein in Mexico heimisches, aber seit Jahrhunderten in Südeuropa und Nordafrika als Heckenpflanze cultivirtes und daselbst völlig verwildertes Riesengewächs mit dicken, steifen, bis 6 Fuß langen, stechenden und dornig gezähnten blaugrünen Schwertblättern, aus deren Mitte endlich ein bis 30 Fuß Höhe erreichender Schaft emporschießt, der einen gewaltigen Candelaber wohlriechender, bis 3 Zoll langer gelber, viel Honig aussondernder Blüten trägt. Blüht in ihrem Vaterlande, wie auch in Südeuropa, schon im 8. bis 10. Jahre, in unsern Gewächshäusern nicht leicht vor dem 70. Jahre und überhaupt äußerst selten. Aus den zähen Bastfasern der Blätter werden dauerhafte Seile und Flechtwerk aller Art, aus dem zuckerhaltigen Saft ein weinartiges Getränk (pulque) bereitet. Auch das Papier der alten Mexicaner war aus Agavefasern verfertigt (a Blüte, b Fruchtknoten nach der Blütezeit, c im Durchschnitt, verkl.).

Fam. 4. Amaryllisartige Pflanzen (Amaryllideae). Ausdauernde Zwiebelgewächse mit blütentragenden, nackten Schäften und grundständigen Blättern, selten stengeltreibende Kräuter oder auch kurzstämmige Holzgewächse mit Faserwurzel. Blätter lineal oder schwertförmig, ganzrandig, Blütenschaft zusammengedrückt oder zweischneidig, Blüten einzeln endständig oder in einfacher Dolde, von häutigen Scheidenblättern umgeben. Perigon regelmäßig verwachsenblätterig, Röhre dem unterständigen Fruchtknoten angewachsen. Staubgefäße 6, in der Perigonröhre eingefügt, Griffel einfach mit ungetheilter oder dreilappiger Narbe. Dreifächerige vielsamige Kapsel, selten Beere. — Schönblühende saftvolle Gewächse, von denen die Mehrzahl in den Tropengegenden, der subtropischen und wärmern gemäßigten Zone zu Hause sind. Diese Familie hat unsern Gärten und Gewächshäusern viele schöne Zierpflanzen geliefert.

Taf. 13, Fig. 9. Die gemeine gelbe Narcisse (Narcissus Pseudonarcissus), wächst in Mittel- und Süddeutschland auf Wiesen wild und wird häufig zur Zierde angepflanzt. Bei der Gattung Narcissus ist das Innere der Blume mit einem becher- oder röhrenförmigen Gebilde, dem sogenannten Honigbecher (scyphus) versehen, welcher als durch Verwachsung von 6 Nebenkronenblättern entstanden angesehen wird. Bei der gemeinen Narcisse ist dieser [illegible] und lang, bei der im Orient heimischen [illegible] cultivirten einblumigen weißen Narcisse [illegible] dagegen sehr kurz und roth gefärbt, [illegible] bei der mehrblütigen, in Südeuropa [illegible] Tazette (N. Tazetta), von welcher [illegible] namentlich als Topfgewächs cultivirten [illegible] eine Blütendolde in ½ nat. Gr. zeigt. [illegible] der weißen Narcisse ist giftig.

Fig. 11. Die ziegelrothe Amaryllis (Amaryllis rutila). Die Gattung Amaryllis [illegible] sich von Narcissus durch den seitlich neben [illegible] tern hervorsprossenden Blütenschaft, durch [illegible] des Honigbechers und die aufsteigenden [illegible] Ihre Arten prangen sämmtlich mit [illegible] gefärbten, bisweilen beinahe zweilippigen [illegible] rutila, in ⅓ nat. Gr. abgebildet, wächst, [illegible] andern, in Südamerika, A. reginae, [illegible] dem tropischen Südamerika, wird in den [illegible] häusern in zahllosen Varietäten cultivirt [illegible] zu den schönsten Frühlingszierden [illegible] A. formosissima mit zweilippigen, prächtig [illegible] rothen Blumen, eine alte Zierpflanze, ist [illegible] Südamerika heimisch.

Fig. 12. Das Schneeglöckchen (Galanthus [illegible]) und Fig. 13 der Märzbecher (Leucojum [illegible]) auch großes Schneeglöckchen genannt, sind [illegible] kannte Frühlingsblumen, von denen die [illegible] in Laubwäldern Mittel- und Süddeutschl[illegible] kommt, während erstgenannte Pflanze [illegible] Gärten angetroffen wird und wild nur [illegible] land und Südeuropa wächst.

VII. Ordnung der Schlammwurzler [illegible] Im Schlamm wurzelnde Sumpf- und [illegible] mit faserigem oder knolligem Rhizom, [illegible] breiten Blättern und zwitter- oder [illegible] Blüten, welche mit Kelch und Blumenkrone [illegible] selten hüllenlos sind. Fruchtknoten unter[illegible] ständig, Frucht verschieden. — Hierher [illegible] Familien der Alismaceen, Butomeen und [illegible] deen, zu ersterer der Froschlöffel (Alisma [illegible]) und das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia [illegible]) durch ganz Europa verbreitete Gewächse; [illegible] Familie die schöne Wasserviole (Butomus [illegible] tus), zur dritten Familie der Froschbiß (Hydrocharis [illegible] Morsus ranae) mit nierenförmigen, auf [illegible] schwimmenden Blättern, und die aloëartige [illegible] schere (Stratiotes aloides) mit starren, [illegible] sägten Schwertblättern. Ein Glied der Hydrocharis[illegible] familie ist auch die merkwürdige Vallisneria [illegible] von welcher Fig. 1 auf Taf. 11 ein Verzeichniß [illegible] gibt. Diese in stehenden Wässern Südeuropas [illegible] sende Pflanze ist zweihäusig und sowohl [illegible] als die weibliche stengellos. Letztere [illegible] zwischen den linealen Blättern lange, [illegible] zusammengerollte Stiele mit einer Blüte [illegible] (e, vergr.), während die männliche (b) [illegible] Blüten (d, vergr.) hervorbringt. Wenn [illegible] sich öffnen, dehnt sich der Stiel der [illegible] lange aus, bis die Blüte den Wasserspiegel [illegible] worauf sie sich entfaltet. Um diese Zeit [illegible] die männlichen Blüten von selbst los, [illegible] Wasserspiegel emporgehoben und von [illegible] wegung fortgetrieben. Stößt eine [illegible] zufällig an eine weibliche, so platzen die [illegible] und die weibliche wird befruchtet, worauf [illegible] Stiel wieder zusammenzieht und unter[illegible] dem Wasser die Frucht zu reifen. [illegible] Zellen der mittlern Gewebschicht der [illegible] das Protoplasma fortwährend in strömender [illegible]

VIII. Ordnung der Kronenblütler (Coronariae). äuter, Sträucher und Bäume, deren meist zwitter-ie Blüten aus einem gewöhnlich regelmäßigen, rennt- oder verwachsenblättrigen Perigon, 6 (selten der 12) Staubgefäßen und einem Stempel bestehen, sen Fruchtknoten in der Regel ober-, selten unter-ndig ist. Frucht eine mehrsamige Kapsel oder ere, Samen mit einem den Keim umschließenden weißkörper. Die wichtigsten Familien dieser großen uppe sind:

Fam. 1. Die Simsengewächse (Juncaceae). Den heingräsern ähnliche, meist ausdauernde Kräuter mit ils beblätterten, theils blattlosen runden Stengeln, malen grasähnlichen oder schmalen walzigen oder rstenförmigen Blättern und kleinen unscheinbaren, ist braunen, in Knäuel, Büschel und Trugdolden tellten Blüten, die aus einem sechsblättrigen Peri-n, 6 Staubgefäßen und einem oberständigen freien empel mit 3 federförmigen Narben zusammengesetzt d. Dreifächerige, mit 3 Klappen aufspringende ſſamige Kapsel. — Hierher gehören die Simsen meus), der Mehrzahl nach Sumpfgewächse und uergräser, manche mit röhrigen und gegliederten ättern, und die Hainsimsen (Luzula), auf trockenem den wachsend. Wiesen- und Waldpflanzen mit chen, am Rande lang behaarten Blättern. Aus m Marke der mit runden blattlosen Stengeln ver-enen Simsen (dem Binsenmarke) verfertigt man hin d wieder künstliche Blumen.

Taf. 10, Fig. 14. Die haarige Hainsimse uzula pilosa), wächst häufig auf Waldwiesen und Wäldern und blüht im ersten Frühlinge (a Blüten-ospe mit Deckblättern, b Blüte entfaltet, c Kapsel ſgeschlagen, d Samen; vergr.).

Fam. 2. Zeitlosengewächse (Colchicaceae). usdauernde Kräuter mit zwiebeligem, knolligem oder ſschelig-faserigem Rhizom, grundständige Blätter und lüten oder beblätterte Blütenstengel entwickelnd. lätter bald schmal, lineal, bald breit und dann bis-eilen der Länge nach spaltig, am Grunde scheidig. lüten regelmäßig, meist zwitterlich, mit sechsblätterigem er sechstheiligem Perigon. Staubgefäße 6, mit nach ßen aufspringenden Beuteln. Fruchtknoten ober-ndig, dreifächerig, mit 3 bisweilen verwachsenen riffeln. Dreifächerige, vielsamige, wandspaltig auf-ringende Kapsel, Samen mit häutiger Schale. — ie Colchicaceen sind über die ganze Erde zerstreut, sonders aber in der gemäßigten und subtropischen one namentlich Nordamerikas und Südafrikas hei-isch. Fast alle enthalten in den Rhizomen und amen einen scharfen und betäubend-giftigen Stoff.

Taf. 13, Fig. 14 und 15. Die Herbstzeitlose Colchicum autumnale). Ein auf feuchten Wiesen in Mitteleuropa, oft in großer Menge beisammenwachsende flanze mit einem tief im Boden steckenden zwiebel-rtigen braunbeschalten Knollen, welcher im Herbst rundständige nackte Blüten und im folgenden Früh-ahr die tulpenartigen Blätter hervorbringt, zwischen enen die grüne, einer Tulpenknospe gleichende Kapsel ßt. Die Gestalt der Blumen erinnert an Crocus, hre Farbe ist hellrosa oder lila, selten weiß. Die 3 reien Griffel sind sehr lang, fadenförmig. Knollen and Samen sind officinell. (Fig. 14 blühende, 15 ruchttragende Pflanze, verkl. a, b Staubgefäß, vergr.)

Fig. 16. Der schwarze Germer (Veratrum nigrum). Die Gattung Veratrum besteht aus stattlichen Stauden mit faserigem Wurzelstock, beblättertem, in eine zusammengesetzte rispige Blütentraube endigenden Stengel und alternirenden großen und breiten faltigen Blättern. Das Perigon der Blüten, von denen die sich zuerst entwickelnden zwitterlich, die spätern männlich sind, ist tief sechstheilig ohne Röhre, die 3 Griffel sind sehr kurz. V. nigrum, in den österreichischen Alpen wild wachsend und häufig als Zierpflanze cultivirt, wird 3—4 Fuß hoch und besitzt schwarz-purpurne Blüten (a eine Traube in nat. Gr., b Blüte, c Kapsel, schwach vergr.). Die Rhizome einer andern in den Alpen, Karpaten, Sudeten und andern Hochgebirgen wachsenden Art, des mit größern, aber schmuzig weißen oder grünlichen Blüten begabten V. album, der sogenannten weißen Nieswurz, sind officinell.

Fam. 3. Liliengewächse (Liliaceae). Rhizom- oder Zwiebelgewächse, selten Holzpflanzen von palmenförmigem Wuchse mit meist kurzem, einfachem oder verzweigtem Stamme und am Ende des Stammes oder seiner Aeste büschelförmig gruppirten Blättern, unterscheiden sich von den Colchicaceen, denen sie sonst sehr ähnlich sind, durch die nach innen aufspringenden Staubbeutel, den einzigen Griffel mit ganzer oder dreilappiger Narbe und die sechsspaltig aufspringende Kapsel. — Die Liliaceen bilden eine große, meist aus schönblühenden Pflanzen bestehende Familie, welche eine große Anzahl von Zierpflanzen, auch Nutz- und Arzneipflanzen geliefert hat. Sie sind über die ganze Erde verbreitet, vorzugsweise aber in der wärmern gemäßigten und subtropischen Zone der nördlichen Hemisphäre zu Hause und zerfallen in mehrere Unterfamilien und Gruppen.

Taf. 12, Fig. 8. Die Baumlilie (Yucca gloriosa), ein in unsern Gewächshäusern häufig cultivirtes, in Südeuropa im Freien gedeihendes Prachtgewächs Südamerikas, in welchem der monokotyle Typus seine größte morphologische Vollkommenheit erreicht, bildet einen meist einfachen, bis 12 Fuß Höhe erreichenden Stamm, der eine stolze Krone dicker Schwertblätter trägt. Aus ihrer Mitte sproßt der die großen hängenden lilienartigen weißen Blumen in einer mächtigen pyramidalen Rispe tragende Blütenstengel hervor, welcher bis 4 Fuß lang wird.

Fig. 9. Die Aloë von Socotora (Aloë socotorina). Die artenreiche, namentlich in Südafrika heimische Gattung Aloë besteht aus Holzpflanzen mit verkürztem unterirdischen oder längerm oberirdischen, dann oft verzweigtem Stamme, dessen Ende oder Aeste einen aus spiralig gestellten Blättern zusammengesetzten Büschel tragen. Blätter dickfleischig, saftig, von mehrjähriger Dauer, oft am Rande dornig gezähnt und dornspitzig oder über und über mit perlweißen erhabenen Papillen besetzt (Perlaloë) oder der Quere nach mit weißen Papillen und Flecken gebändert. Aus diesen Blätterkronen brechen die beschuppten Blütenstengel hervor, welche eine meist lange Traube ziemlich kleiner Blüten mit röhrigem, über dem Grunde oft bauchig aufgetriebenem, an der Mündung sechsspaltigem Perigon tragen. Aus dem Safte der Blätter mehrerer Arten wird der außerordentlich bittere und als Arzneimittel hochgeschätzte, unter dem Namen Aloëgummi bekannte Extract bereitet. Zu diesen Arten gehört die hier sehr verkleinert abgebildete, welche auf der Insel Socotora heimisch ist und röthliche Blüten besitzt (a eine Blüte in nat. Gr. von A. virens).

Fig. 10. Die Türkenbundlilie (Lilium Martagon). Die Gattung Lilium besteht aus Zwiebelgewächsen mit schuppiger Zwiebel, welche alljährlich einen reich beblätterten Blütenstengel treibt, der in eine Traube von meist ansehnlichen und schön gefärbten Blüten endigt. Letztere besitzen ein eblättteriges Perigon. Der mit blaß purpurnen Blumen prangende Türkenbund (wegen der rückwärts gekrümmten Blätter, welche den

Blumen die Figur eines Turbans verleihen, so genannt) wächst wild in Laubwäldern Mittel- und Südeuropas. Bekannte Zierpflanzen unserer Gärten sind die im Orient heimische weiße Lilie (L. candidum), die auch in Deutschland wild vorkommende Feuerlilie (L. bulbiferum), die chinesische Tigerlilie (L. tigrinum) u. a.

Fig. 11. Die Kaiserkrone (Fritillaria imperialis), ein stattliches Zwiebelgewächs des Orients, welches zu unsern beliebtesten Frühlingszierpflanzen gehört und sich durch die mit opalisirenden Nektartropfen erfüllten Honiggruben am Grunde der Perigonblätter auszeichnet. Durch das Vorhandensein solcher Honiggruben, sowie durch die nur äußerlich beschuppte, innen compacte Zwiebel unterscheidet sich die Gattung Fritillaria von Lilium (a Kapsel, b Perigonblatt mit Nektargrube, c Samen, ganz, im Längs- und Querschnitt; alle Fig. verkleinert).

Fig. 12. Die Meerzwiebel (Scilla maritima), ein in Südeuropa und Nordafrika heimisches Zwiebelgewächs, welches officinell ist und häufig als Topfpflanze (namentlich von den Bauern) cultivirt wird. Die sehr groß werdende perennirende, von braunen Häuten umschlossene Zwiebel tritt mehr oder weniger über den Boden hervor und entwickelt nach der Blütezeit (im Herbst oder erst im folgenden Frühling) einen Büschel breiter Blätter, die oft sehr lang werden. Im Spätsommer wächst der nackte, oft bis 2 Fuß hoch werdende Blütenschaft hervor, der in eine lange Traube schmutzigweißer Blüten endet (a Perigon aufgeschnitten und ausgebreitet, c Stempel, f Samen, nat. Gr.; b Staubgefäße, e Fruchtknoten im Querschnitt, vergr.). — Verschiedene Arten der meist durch blaue Blumen ausgezeichneten Gattung Scilla sind beliebte Zierpflanzen (z. B. Scilla sibirica und amoena). Ferner gehören zu den Liliaceen die Tulpen (Tulipa), Taglilien (Hemerocallis), Hyacinthen (Hyacinthus), Traubenhyacinthen (Muscari) und die Laucharten (Allium), z. B. die gemeine Gartenzwiebel (A. Cepa) und der Knoblauch (A. sativum).

Fam. 4. Spargelgewächse (Asparageae). Kräuter, Sträucher und Bäume, welche den Liliaceen sehr nahe stehen, sich aber von ihnen durch ihre Frucht, eine mehrsamige saftige Beere, unterscheiden. Blüten meist zwitterlich, mit oberständigem Stengel und verwachsenblätterigem, gewöhnlich glocken- oder trichterförmigem Perigon.

Taf. 13, Fig. 5. Der Drachenbaum (Dracaena Draco), ein auf den Canarischen Inseln heimischer Baum, dessen Stamm durch den hier ununterbrochen thätig bleibenden Verdickungscylinder befähigt wird, sich gleich dem Stamme der gymnospermen und dikotylen Bäume, solange als der Baum lebt, zu verdicken. Da nun der Drachenbaum zu denjenigen Bäumen gehört, welche die längste Lebensdauer zu erreichen vermögen, so wird sein Stamm allmählich unförmlich dick. Der älteste bekannte Drachenbaum bei Orotava auf Teneriffa, welchen der Sturm vom 2. Januar 1868 umbrach und dessen Alter auf mehr als 5000 Jahre geschätzt worden ist, maß im Jahre 1830 am Boden 55 Fuß im Umfange. Der Stamm des Drachenbaums ist anfangs einfach und gleicht dann wegen der endständigen Blätterkrone einer Palme oder Yucca. Später verzweigt er sich dichotomisch und erlangt dadurch zuletzt eine sehr umfangreiche Krone. Blätter schwertförmig, Blüten grünlichweiß, denen des gemeinen Spargels nicht unähnlich, bilden endständige, aufrechte, aus zusammengesetzten Trauben bestehende Rispen. Beeren roth. Das aus dem Stamme ausschwitzende braune, zerrieben blutrothe Harz ist als Drachenblut (Sanguis draconis) officinell.

Fig. 6. Der gemeine Spargel (Asparagus officinalis), ein aus dem Orient stammender, jetzt in fast allen Ländern Mitteleuropas verwildertes und verwildertes bautes Rhizomgewächs, treibt im Frühling beschuppte, bleiche Schossen (die sogenannten „Spargelspeisen"), welche sich später zu den schmalen, verholzigen, verzweigten Blütenstengeln ausbilden. Die feinen nadelförmigen Blätter sind keine eigentlichen Blätter, sondern blattartige Zweige (Phyllocladien), die eigentlichen Blätter jene kleinen, unansehnlichen Schüppchen, in deren Achsel die nadelförmigen Zweige sich entwickelt haben. Dergleichen Blattzweige kommen aber viel größer und breiter entwickelt, bisweilen auch bei der zu den Asparageen gehörenden Gattung Mäusedorn (Ruscus) vor, bei welcher sich die Blüten an der obern oder unterseite eines steifen lederartigen Phyllokladien entwickeln. Die Blüten des Spargels sind eingeschlechtig, die Beeren roth (a Blüte, b Beeren, vergr.).

Fig. 7. Das Maiblümchen, Zaunlilie (Convallaria majalis), bekannte, wegen des Duftes ihrer weißen Glockenblüten allgemein beliebte, blühende, in ganz Mittel- und Südeuropa wachsende und häufig zur Zierde angebaute Staude, welche ein Rhizom besitzt und immer zwei Blätter entwickelt, neben denen der nackte Blütenschaft hervorbricht. ($^1/_2$ nat. Gr., a Blüte, b Blütenschnitten, in nat. Gr.).

Fig. 8. Die Einbeere (Paris quadrifolia), eine Giftpflanze unserer Wälder, welche durch einen Theil Europas verbreitet ist. Besitzt ein kriechendes Rhizom, welches die stets einfachen, aus einer endständigen Blüte mit 4, selten 3 wirtelförmig gestellten Blättern versehenen Stengel treibt. Perigon grünlichgelb, vier-, selten fünfblättrig, Staubgefäße 8, selten 10, Fruchtknoten mit 4, selten 3 Fächern. Beere vogelkirschengroß, reif glänzend schwarz, in $^1/_2$ nat. Gr., b Staubbeutel, c Stempel.

Fam. 5. Dioscoreen (Dioscoreae). Kräuter mit knolligem Rhizom, selten Sträucher mit verkürztem Stamme, sämmtlich mit windenden schlingenden Achsen, breiten netzaderigen Blättern, hand- bis fiederförmig gelappten Blättern, ähnlich ähren, in achsel- oder ährenförmige Trauben gestellten Blüten. Perigon regelmäßig, sechsblättrig, Staubgefäße 6, Fruchtknoten unterständig, 3 Fächer, eine mehrsamige Beere oder Kapsel. — Bewohner der Tropenländer und der wärmern Gegenden, welche habituell den mit Ranken kletternden, breitblätterigen und zweihäusigen Smilaceen vorhergehenden Familie ähneln und in Europa durch die Schmeerwurz (Tamus communis) in Südtirol und der Schweiz vertreten, Schlingpflanze mit herzförmigen Blättern und roten Beeren, repräsentirt sind. Zu dieser Familie gehört berühmte Yamswurzel oder Igname (Dioscorea sativa), Taf. 11, Fig. 13, ein Knollengewächs Ostindiens, welches wegen seiner mehlreichen Knollen, bis 50 Pfund Schwere erreichenden, bandförmigen Blättern in allen Tropenländern angebaut wird.

Achte Klasse.

Samenpflanzen mit echten Früchten und echten Keime (Teleocarpae dicotyledoneae).

(Tafel 18—29.)

Erste Unterklasse.

Dikotyledonen ohne Blumenkrone.

Blüten bald ohne jegliche Hülle, bald nur mit Geschlechtsorganen bestehend, bald von einer einfachen tären Hülle (Schuppen, Borsten, Haare

einem verwachsen- oder getrenntblätterigen aber niemals mit Kelch und Blumenkrone

erste Ordnung dieser Abtheilung enthält un-, sehr unvollkommen organisirte Wasser- z. B. die in Teichen, Flüssen und Bächen ssenhaft vorkommenden Arten der Gattungen ern (Callitriche), Hornblatt (Ceratoun. a., auf welche hier nicht näher einge-erden kann.

nung der pfefferartigen Pflanzen). Sträucher und Kräuter der Tropen- mit hüllenlosen Blüten, welche Aehren oder lden. Samen mit einem Eiweißkörper, wel-ner Oberfläche den wohlerhaltenen Embryosack welchem der Keim eingeschlossen liegt. Die ehörige Familie der eigentlichen Pfeffer- (Piperaceae) besteht aus saftigen Kräutern igenden Sträuchern, deren Stämme wegen angeordneter Gefäßbündel hinsichtlich ihres gen Baues sehr an die Monokotyledonen Desgleichen ähneln viele Piperaceen durch enkolben und ihre eingeschlechtigen, auf ein-te Staubbeutel oder Fruchtknoten reducirten en Aroideen. Fruchtknoten einfächerig, mit nder, pinselförmiger, selten gelappter Narbe grundständigen, aufrechten Samenknospe, e fleischige oder saftlose einfache Beere. 3, Fig. 1. Der schwarze Pfeffer (Piper ein blüten- und fruchttragender Zweig in r. (a eine Blüte von vorn, in der Mitte thnoten, zu beiden Seiten ein Staubgefäß, im Durchschnitt, vergr.). Der auf den und in Ostindien heimische und angebaute Pfeffer ist ein mittels Luftwurzeln kletternder mit gegliederten Achsen, abwechselnden ge-tzaderigen Blättern und den Blättern gegen-den schmächtigen Aehren. Die reif schwarzen efern umreif und getrocknet den schwarzen, geschält den weißen Pfeffer. — Andere rten sind der Cubebenpfeffer (P. Cubeba), ßere langgestielte Beeren als Cubeben gegen angewandt werden, und der Betelpfeffer, dessen Blätter mit der Betelnuß zusammen rden (s. Palmen).

nung der Kätchenträger (Amentaceae). chse mit eingeschlechtigen nackten oder von erigon umgebenen Blüten, von denen die n stets in Kätzchen gestellt sind. Weibliche rschieden angeordnet, oft auch in Kätzchen. rschieden, Samen ohne Eiweißkörper. 1. Weidengewächse (Salicineae). Zwei-bäume und Sträucher, deren männliche und Blüten in Kätzchen geordnet sind. Blüten psel eines Deckblattes (Kätzchenschuppe) sitzend, (nur bei den Pappeln) von einem becher-rudimentären Perigon umgeben. Fruchtknoten g, Frucht eine einfächerige vielsamige, mit n aufspringende Kapsel. Samen klein, mit denglänzenden Haarschopf. Blätter abwech-fach, ganz oder gelappt, mit zwei abfallenden, eben bleibenden Nebenblättern am Grunde stiels. — Diese Familie besteht nur aus den n der Weiden (Salix) und der Pappeln), deren zahlreiche Arten namentlich in der n Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet i vielen Arten beider Gattungen entwickeln Kätzchen lange vor dem Laubausbruch, bei en sie nach der Blütezeit (die weiblichen nach springen der Kapseln) ganz ab. Gattung der Weiden: Kätzchenschuppen ganz, Staubgefäße 2—5, langgestielt, neben denselben (ebenso neben dem Fruchtknoten) honigabsondernde Drüsen; Blätter stets ungetheilt. Gattung der Pappeln: Kätzchenschuppen gezähnt oder zerschlitzt, Staubgefäße viele kurzgestielt, ebenso wie der Fruchtknoten von einem rudimentären becherförmigen Perigon umgeben; Blätter breit, oft gelappt.

Taf. 18, Fig. 2. Die Sahlweide (Salix Caprea), bekannter Strauch und Baum unserer Wälder, der im ersten Frühling vor dem Laubausbruche blüht und dessen männliche Kätzchen vor dem Aufblühen mit seidenglänzenden weißen weichen Haaren dicht bedeckt sind (Palmmieschen). Ist durch ganz Europa verbreitet. (a weiblicher, b männlicher Blütenzweig, c beblätterter Zweig, alle drei in $^1/_2$ nat. Gr.; d männliche Blüte, e weibliche Blüte, f Kapsel, vergr.) Andere bekannte Weidenarten sind: Die weiße oder Silberweide (S. alba), die Bruchweide (S. fragilis), die Korbweide (S. viminalis), die Purpurweide (S. purpurea) u. a. m. Die Weidenrinde enthält einen fiebervertreibend wirkenden Stoff, das Salicin; die schlanken biegsamen Ruthen vieler Arten (besonders von S. alba, fragilis, purpurea und amygdalina) liefern vorzügliches Material für Korbflechterei.

Fig. 3. Die Espe, Aspe oder Zitterpappel (Populus tremula), ein in fast ganz Europa in Wäldern und Hecken wachsender Baum, welcher seine grauhaarigen Kätzchen ebenfalls im ersten Frühlinge vor dem Laubausbruch entwickelt und langgestielte rundlich-eiförmige Blätter trägt, die im leisesten Luftzug sich zitternd bewegen. Staubbeutel und Narben purpurroth. (a Zweig mit einem männlichen, b ein anderer mit 2 weiblichen Kätzchen, c, d beblätterte Zweige, alle drei in $^1/_2$ nat. Gr., e, f männliche Blüte, g weibliche, vergr.) — Andere bekannte Arten sind die Schwarzpappel (P. nigra), die italienische oder Pyramidenpappel (P. dilatata), welche manche Botaniker für eine bloße Varietät der vorhergehenden Art halten, die Silberpappel (P. alba), die in Nordamerika heimische Balsampappel (P. balsamifera) u. a.

Fam. 2. Birkenartige (Betulaceae). Einhäusige Bäume und Sträucher der gemäßigten und kalten Zone vorzüglich der nördlichen Halbkugel, deren männliche Blüten in walzenförmige oder längliche Kätzchen, deren weibliche Blüten dagegen in schmächtige Aehren gestellt sind und welche einsamige Nüßchen als Früchte hervorbringen. Die männlichen Kätzchen bilden sich immer schon während des Sommers aus; sie sind aus schildförmigen Schuppen zusammengesetzt, unter denen (an deren Stiel) 2—3 von kleinen Perigonblättern umringte Blüten stehen. Die weiblichen, bald auch schon im Sommer, bald erst im nächsten Frühling zur Blütezeit sich entwickelnden Aehren bestehen aus flachen Deckschuppen, unter denen 2—3 nackte Stempel liegen. Blätter gestielt, ganz, selten zertheilt, meist gesägt, sehr selten ganzrandig. Die Betulaceen sind durch ein wohlriechendes Wachsharz ausgezeichnet, welches oft (z. B. bei den meisten Birken und bei der Schwarzerle) an den Blättern, Knospen und Zweigen bald als klebriger Ueberzug, bald in Form kleiner weißer Warzen ausgeschieden wird und z. B. dem jungen Birkenlaub das glänzende Grün und den aromatischen Wohlgeruch verleiht. Diese Familie besteht auch nur aus 2 Gattungen, den Birken (Betula) und Erlen (Alnus).

Gattung der Birken: Kätzchen und Aehren auf verschiedenen Zweigen, nur erstere bereits während des Winters vorhanden, männliche Blüten von 2 ver-

wachsenen Perigonblättern umgeben mit je 4 gabeltheiligen Staubfäden, Fruchtknoten zu 3 unter jeder Aehrenschuppe mit 2 federförmigen Griffeln; Nüßchen breit doppeltgeflügelt, Fruchtähren zerfallen zur Reifezeit, ihre Spindel bleibt stehen.

Gattung der Erlen: Kätzchen und Aehren mit einem gemeinschaftlichen Stiele, dessen oberer später abfallender Theil die Kätzchen trägt, beide schon im Sommer entwickelt (außer bei Alnus viridis, welche sich bezüglich der Kätzchen- und Aehrenbildung wie die Birken verhält); männliche Blüten von je 4 Perigonblättern radförmig umgeben mit 4 kurzgestielten Antheren, unter jeder Aehrenschuppe je 2 Fruchtknoten mit 2 Griffeln, Nüßchen meist ungeflügelt; aus der Aehre entsteht ein holziger Zapfen, welcher nach Ausfallen der Nüßchen noch lange am Zweige haften bleibt.

Taf. 18, Fig. 4. Die Schwarzerle oder gemeine Erle (Alnus glutinosa), bekannte, im März blühende, an Bach- und Teichufern, sowie an Brüchen (Erlenbrüche) wachsender Baum (a blühender Zweig, b verblühter Blätter entwickelnder nach dem Abfall der Kätzchen, c zapfentragender, beblätterter, alle 4 Figuren in $^1/_2$ nat. Gr.; e männliche Blüten, f weibliche, g Zapfenschuppe; vergr.).

Fig. 5. Die gemeine Weißbirke (Betula alba), bekannter, durch fast ganz Europa verbreiteter, aber besonders in dessen nördlicher Hälfte und dem angrenzenden Asien häufig wachsender und im Norden ausgedehnte Waldungen bildender, sehr nutzbarer Baum. (a Kätzchenschuppe mit 2 verwachsenen männlichen Blüten, b Aehrenschuppe mit 3 Stempeln, c Nüßchen, vergr.)

Fam. 3. Platanenartige (Plataneae). Einhäusige Bäume mit kugeligen, an endständigen Stielen perlschnurförmig angereihten Kätzchen. Männliche aus schuppenförmigen Bracteen, an deren jede ein Staubgefäß angewachsen ist, weibliche aus nackten Stempeln und kleinen behaarten, diese umgebenden Schuppen zusammengesetzt. Fruchtknoten zweifächerig mit 2 langen fadenförmigen, hakig gebogenen Griffeln. Frucht nußartig, von dem stehenbleibenden Griffel gekrönt, am Grunde filzig. Same walzig, mit häutiger Schale und sehr dünnem Eiweiß. Das fruchttragende weibliche Kätzchen fällt ganz ab. — Diese Familie wird blos aus der Gattung Platanus gebildet, deren wenige Arten in Nordamerika und im Orient wachsen. Die Platanen sind Bäume mit sich abschuppender Rinde und abwechselnd gestellten, gestielten, handnervigen und handförmig gelappten Blättern. Die Blüten entwickeln sich nach dem Laubausbruch.

Taf. 18, Fig. 6. Die gemeine Platane (Plat. occidentalis), ein in Nordamerika heimischer, in ganz Mittel- und Südeuropa häufig angebauter und sehr groß werdender Baum mit eichenähnlicher, umfangreicher, aber dann belaubter Krone (a blühender Zweig, b ausgebildetes Blatt in $^1/_2$ nat. Gr.; c Staubgefäß, d Stempel im Längsschnitt, e Frucht im Längsschnitt, vergr.).

Fam. 4. Amberbäume (Balsamifluae). Diese Familie wird blos von der Gattung Liquidambar gebildet, von welcher nur 3 in Indien, Westasien und Südamerika vorkommende Arten bekannt sind. Die Amberbäume stehen den Platanen nahe, unterscheiden sich aber von denselben durch ihre kapselartigen, an der Spitze nach innen zwischen den Griffeln der Länge nach aufspringenden Früchte, welche von den verhärteten Schuppen der Perigone eingeschlossen werden. Ferner sind die Samen zusammengedrückt, schildförmig, am Rande geflügelt. Auch sind blos die weiblichen Blütenstände kugelig und hängend, die männlichen dagegen aufrecht und in eine entdeckt stellt. Die Amberbäume sind prachtvoll mit balsamisch-fastiger Rinde. Aus der L. styraciflua, der südamerikanischen Art, Taf. 20, Fig. 13 abgebildet ist, wird das Storaxharz gewonnen. (a männliche Zweig, b Fruchtkätzchen in $^1/_2$ nat. Gr., im Längsschnitt, d Staubgefäß, vergr.)

Fam. 5. Fruchtbechertragende (Cupuliferae). Einhäusige Bäume mit deren männliche Blüten in Kätzchen und weibliche Blüten aber anders angeordnet Früchte (Nüsse) am Grunde oder ganz aus verwachsenen Deckblättern entstehen (Fruchtbecher, cupula) umgeben sind. Männlich mit einem kelchartigen Perigon, selten mit unterständigem Fruchtknoten, oberständigen kleinen gezähnten Perigon und 2—3 Narben. Nuß mit holziger oder lederartiger ein-, selten zweifamig, Same mit großen ledonen und kleinem Keim. — Die Cupuliferen wohnen der Mehrzahl nach die gemäßigten die höhern Gebirge der warmen Zone bis Halbkugel, auf der südlichen kommen nur Arten vor. Die meisten besitzen Nordamerika und Westasien. Die Blüten sind abwechselnd fiedernervig, ganz oder gelappt, mit eingeschnittenen blätter. Es gehören zu dieser Familie die Haseln, Rothbuchen und Edelkastanien.

Taf. 18, Fig. 7. Die Traubeneiche (Quercus sessiliflora). Die Gattung die artenreichste der Cupuliferen (mehr als 280 Arten) entwickelt die Blüten in dem Laubausbruch. Männliche Blüten mit fünf- oder mehrtheiligem Perigon und Staubgefäßen, in schlaff herabhängenden Kätzchen, weibliche einzeln oder zu mehreren Blattachseln der jungen Traube sitzend auf achselständigen Stiel befestigt, jede Blüte vielblätterigen Hülle fehr kleiner Bracteen, aus welcher später die hier wirklich Cupula hervorgeht, aus welcher die Eichel Hälfte oder der größte Theil der reifen hervorragt. Die Eicheln reifen entweder oder zweiten Herbst nach der Blütezeit, bleiben die Kotyledonen innerhalb der Fruchtschale und folglich unter dem Eichenarten zerfallen in viele Gruppen; der Blätter kann man sie in sommergrüne immergrüne eintheilen. — Die Trauben- die Stiel- oder Sommereiche (Qu. sind die beiden in Europa verbreitetsten und einander sehr nahe verwandt. Sie die weiblichen Blüten und die Früchte traubig gehäuft in den Blattwinkeln, letzterer an einem mehr oder weniger langen Stiele angereiht sind. Die Trauben durchschnittlich 2 Wochen später als die hat deutlich gestielte, letztere fast Beide Arten liefern bekanntlich ein holz, ihre Rinde ist das beste Gerbmaterial hender, b junge, c reife Früchte tragend $^1/_2$ nat. Gr., d männliche Blüte, e. g weibliche Blüte, vergr.)

Fig. 8. Die Korkeiche (Qu. Suber), immergrünen Eichen gehörender Baum und Nordafrikas, mit kleinen lederartigen, dornig gezähnten Blättern, liefert den kommenden und technisch so wichtigen hier die äußere, mehrere Zoll Dicke

be bildet. Diese Korkschicht wird von dem elbst nach einer längern Reihe von Jahren en, doch ist ein solcher gänzlich abgestorbener technischen Zwecken nicht tauglich. Vielmehr Kork noch frisch sein, weshalb den Bäumen gewissen Turnus ihre Korkhülle gewaltsam n (abgeschält) wird. Bei gehöriger Vorsicht iese Operation dem Baume nicht, vielmehr urch die Bildung einer neuen Korkschicht verelche nach einer Reihe von Jahren wieder werden kann. (a blühender, b fruchtZweig in $\frac{1}{2}$ nat. Gr.; c männliche, d Blüten, vergr.)

. Die gemeine Hasel, der Haselnuß= (Corylus Avellana). Die Gattung Corylus, enigen Arten vorkommend, unterscheidet sich reus durch die vor dem Laubausbruch sich en Blüten, durch die gedrungenen Kätzchen, hon im Sommer vor der Blütezeit gebildet und unter ihren Schuppen hüllenlose Staubagen, durch die in Knospen eingeschlossenen Blüten, deren rothe federförmige Narben zeit einen kleinen Pinsel auf der Spitze einer nospe bilden, und durch die blattartige zerupula, welche bald ebenso lang, bald länger Nuß, aber immer offen ist. Der gemeine ch ist durch ganz Europa verbreitet. (a blüweig in $\frac{1}{2}$ nat. Gr., b Kätzchenschuppe mit nbgefäßen, c einzelne weibliche Blüten mit edblatt, d dieselbe nach der Blütezeit, e ten im Durchschnitt, vergr.; f Früchte in)

o. Die Rothbuche (Fagus silvatica), beschöner Waldbaum des mittlern und westlichen dessen säulenförmiger glattrindiger Stamm bis Höhe erreicht. Blätter fast ganzrandig, jung e gewimpert. Blüten mit dem Laubausbruch nd, männliche in kugeligen, langgestielten, n Kätzchen mit becherförmigem, mehrspaltigem und vielen Staubgefäßen, weibliche an der r Zweige zu wenigen beisammen, von faden= Deckblättern umgeben, mit oberständigem und 2 fadenförmigen Griffeln. Nüsse drei—3 von einer gemeinsamen, durch Vergröße= die Deckblätter tragenden Blütenachse ent= Cupula völlig umschlossen, welche answendig elig ist und zuletzt kreuzweise mit 4 Klappen t. Die Nüsse (Bucheckern, Bucheln) enthalten s wohlschmeckendes Oel in reichlicher Menge. ntragender Zweig, b Keimpflanze in $\frac{1}{2}$ nat. Blatt einer in Gärten häufig angepflanzten der farrnblätterigen Buche; d männliche e Staubgefäß, vergr.; f aufgesprungene Cu= Nuß, h im Querschnitt, nat. Gr.)

1. Die Edelkastanie (Castanea vesca). Baum des südlichen Europa, welcher dort gen bildet, aber auch, wie in Süddeutschland, ohlschmeckenden und nahrhaften Nüsse (Kastaaronen) wegen, als Obstbaum angepflanzt t mit der Rothbuche die geschlossene, mit (hier l längern und steifern) Stacheln bedeckte, appenartig aufspringende Cupula gemein, unt sich aber von jenem Baum durch die langen digen Blütenähren, welche an ihrem Grunde von Deckblättern umringte Gruppen von je Blüten tragen, sonst aber mit männlichen Blüten sind. Die Edelkastanie wird sehr alt, bildet eniger hohe und dicke Stämme mit umfangweitschattender Krone. Ihr dem Eichenholz ssen verwandtes Holz eignet sich vorzüglich zu Faßdauben. (a blühender Zweig in $\frac{1}{2}$ nat. Gr., b männliche, c weibliche Blüten, d Fruchtknoten im Querschnitt, vergr.; e junge Cupula, f Frucht. vertl.)

Fam. 6. Hornbaumartige Pflanzen (Carpineae). Einhäusige Bäume und Sträucher, den Cupuliferen nahe verwandt, von denen sie sich besonders durch den Bau der männlichen Kätzchen sowie dadurch unterscheiden, daß eine jede der kleinen Nüsse nur von einem einzigen, blattartigen oder häutigen offenen, oder einen geschlossenen Schlauch bildenden Deckblatt umgeben ist. Männliche Kätzchen dicht, walzig, mit einer nackten, aus zahlreichen Staubgefäßen bestehenden Blüte unter jeder Schuppe, weibliche Blüten in schmächtigen gestielten endständigen Aehren, jede einzelne mit einem Deckblatt versehen, welches bei Carpinus flach und offen, bei Ostrya schlauchförmig ist. Fruchtknoten von einem rudimentären Perigon umgeben, mit 2 fadenförmigen Griffeln. Die vergrößerten, die Nüßchen tragenden oder umschließenden Bracteen bilden hängende Fruchtkätzchen, welche bei Ostrya die Form eines Hopfenzapfens besitzen, weshalb die einzige in Süd- und Südostenropa heimische Art dieser Gattung Hopfenbuche (O. carpinifolia) genannt wird. Wichtiger als dieser Baum ist der in ganz Mitteleuropa heimische Hornbaum (Carpinus Betulus), auch Weiß- und Hagebuche genannt (Taf. 18, Fig 12, a fruchtragender Zweig, b blütentragender in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.; c männliche Blüte, d Staubgefäße, e weibliche Blüten, f Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr.; g Frucht in nat. Gr.), dessen weißes, hartes und dauerhaftes Holz ein vorzügliches Werk- und Schirrholz ist.

III. Ordnung der Nesselgewächse (Urticinae). Kräuter, Sträucher und Bäume mit Zwitter- oder eingeschlechtigen (oft polygamischen) Blüten, welche in der Regel ein kelchartiges Perigon, sowie Staubgefäße und einen oberständigen Stempel besitzen und in Aehren, Büschel, Knäuel, Rispen gestellt, selten einer fleischigen offenen oder hohlen Achse eingefügt sind. Frucht verschieden, Samen meist eiweißhaltig.

Fam. 1. Nesselartige (Urticaceae). Einjährige oder perennirende Kräuter, seltener Sträucher mit einfachen, fieder- oder handnervigen, ganzen oder fieder- bis handförmig zertheilten Blättern und persistenten Nebenblättern. Blüten polygamisch oder zweihäusig, in Knäueln, welche oft ähren- oder rispenförmig gruppirt sind, mit zwei- bis fünfblätterigem Perigon, 4—5 Staubgefäßen, deren Filamente beim Aufblühen elastisch hervorschnellen, einfächerigem, bei weiblichen Blüten von einem eng anliegenden, verwachsenblätterigen Perigon umschlossenem Fruchtknoten und pinselförmiger Narbe. Kleine einsamige Schließfrucht, Samen mit fleischigem Eiweiß. Die eigentlichen Nesseln (Urtica) sind mit Brennborsten bedeckt.

Taf. 19, Fig. 1. Die große Nessel (Urtica dioica). Bekannte, oft über mannshoch werdende Pflanze mit (wie bei allen Nesselarten) vierkantigem Stengel und kreuzweis gegenständigen Blättern, welche sich von der kleinen, auf Gartenbeeten so häufig als Unkraut vorkommenden Nessel (U. urens) durch ihre Größe, ihr Rhizom (die kleine Nessel ist einjährig), die zweihäusigen Blüten und die hängenden Blütenrispen, welche viel länger als die Blattstiele sind, unterscheidet. Aus den Bastfasern des Stengels dieser in ganz Europa wachsenden Pflanze wurde ehedem das Nesseltuch verfertigt. (a männliche, b weibliche Pflanze in $\frac{1}{2}$ nat. Gr., c männliche, d weibliche Blüte, e letztere geöffnet; vergr.)

Fam. 2. Hanfähnliche Pflanzen (Cannabineae). Zweihäusige Kräuter mit aufrechten oder windenden

Achsen, welche sich von den Urticaceen vorzüglich durch ihre eiweißlosen Samen und den gekrümmten Keim unterscheiden. Hierher gehören der Hopfen und der Hanf.

Taf. 19, Fig. 2. Der **Hopfen** (Humulus Lupulus), im Orient heimisches, aber in ganz Europa in Hecken und Gebüschen verwildert vorkommendes und in vielen Gegenden in großem Maßstabe angebautes Rhizomgewächs mit sehr lang werdenden schlingenden Stengeln und gegenständigen, handförmig gelappten Blättern, welche sammt dem kantigen Stengel sehr scharfhaarig sind. Männliche Blüten in end- und achselständigen Rispen, weibliche in gestielten kurzen Aehren, aus welchen die bekannten hängenden Hopfenzapfen hervorgehen. Letztere enthalten auf ihren blattartigen Schuppen (Deckblättern) und den darunter liegenden Früchtchen ein gelbliches Mehl, das Lupulin, jenen aromatischen Bitterstoff, der dem Bier sein Arom verleiht, weshalb die Hopfenzapfen für die Bierbereitung unentbehrlich sind. Aus diesem Grunde ist der Hopfen eine so wichtige Culturpflanze geworden. (a männliche, b weibliche zapfentragende Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr.; c männliche Blüte, d weiblicher Blütenstand, e einzelne weibliche Blüten, f Samen im Durchschnitt, vergr.)

Fig. 3. Der **Hanf** (Cannabis sativa) ist in Mittel- und Ostasien heimisch und wird wegen seiner vorzüglich haltbaren Gewebfasern fast überall, besonders in den Ländern der gemäßigten Zone angebaut. Er ist einjährig, die männliche Pflanze (Femelhanf) wird höher als die weibliche (Maskelhanf). Bei ersterer bilden die Blüten eine oft lange beblätterte Rispe, bei letzterer stehen sie gebüschelt in den Blattachseln. Die ganze Pflanze besitzt einen unangenehmen, fast betäubenden Geruch. Ihre Samen enthalten viel fettes, aber narkotisch wirkendes Oel. (a und b Stengelspitze der männlichen und weiblichen Pflanze, sehr verkl.; c männliche, d weibliche Blüte, e fruchttragende Schuppe, f Frucht im Durchschnitt, vergr.) Der als Decorationspflanze in den Gärten so häufig cultivirte **Riesenhanf**, dessen daumendick werdende Stengel gänzlich verholzen, ist blos eine große Form des gemeinen Hanfs und scheint mit der in Indien wild wachsenden Pflanze identisch zu sein.

Fam. 3. **Maulbeerähnliche Gewächse** (Moreae). Ein- oder zweihäusige Bäume und Sträucher, seltener Kräuter, bald mit, bald ohne Milchsaft. Blätter abwechselnd, einfach, ungetheilt oder handförmig gelappt, mit Nebenblättern. Männliche Blüten in gestielten Köpfchen, Aehren oder Kolben mit kelchartigem Perigon und 2—4 Staubgefäßen, weibliche in dichten Aehren oder auf einem kugeligen Receptaculum, mit kelchartigem Perigon oder hüllenlos und oberständigem Stempel; selten beiderlei Blüten auf oder in einem fleischigen Receptaculum vereinigt. Die kleinen einsamigen Schließ- oder Schlauchfrüchte des ganzen weiblichen Blütenstandes gewöhnlich durch die sie umhüllenden fleischig-saftig gewordenen und untereinander verwachsenen Perigone zu einem einzigen Fruchtkörper (Scheinfrucht) vereinigt oder innerhalb der hohlen oder concaven vergrößerten fleischigen Blütenstandsspindel (receptaculum) eingeschlossen. Samen mit oder ohne Eiweiß. — Die Moreen sind der Mehrzahl nach Bewohner der Tropenländer und der wärmern gemäßigten Zone.

Taf. 19, Fig. 4. Der **gemeine Feigenbaum** (Ficus Carica). Bei der Gattung Ficus sind die männlichen und weiblichen Blüten zusammen in einem birn- oder kreiselförmigen hohlen, am Scheitel durchbohrten Receptaculum eingeschlossen, welches aus einer Blattachsel entspringt und sich vergrößernd allmählich zur sogenannten Feigenfrucht wird, in deren hohlem die eigentlichen Früchte (Schließfrüchte) als Körner eingebettet liegen. Die Gattung der Feigenbäume ist eine sehr artenreiche; die meisten kommen in den Tropenländern vor, wo sie zur Zusammensetzung des Waldes einen wesentlichen Antheil nehmen. Viele sind immergrüne Bäume, erreichen ein hohes Alter und eine riesige Größe, enthalten in den krautigen Theilen einen milchigen Saft. Der wegen seiner wohlschmeckenden, saftigen Scheinfrüchte seit den ältesten Zeiten bekannte gemeine Feigenbaum ist wahrscheinlich in Ostasien heimisch und kommt in den Mediterranländern verwildert vor. Man kennt von ihm eine Menge Anzahl von Ab- und Spielarten. (a fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b junges Receptaculum im Längsschnitt, e weibliche Blüte im Längsschnitt, e Keim, vergr.)

Fig. 5. Der **Banianenbaum** (Ficus indica), in Ostindien heimisch und dort seitens der Brahmanen für heilig gehalten, ist merkwürdig durch seine enormen Größe, welche er erlangt, theils wegen der aus dem Stamme und den Aesten entspringenden seilförmigen Luftwurzeln, die unten wachsend endlich in den Boden eindringen, die breitästige Krone gleich Säulen stützen. Blätter dieses immergrünen Feigenbaumes sind elliptisch, die kugeligen ungenießbaren Feigen in Trauben, aus dem Milchsaft wird Kautschuk bereitet. — Ein Verwandter des Banianenbaumes, so häufig als Gewächshaus- und Zimmerpflanze cultivirte **Gummibaum** (Ficus elastica), aus dem Milchsaft ebenfalls Kautschuk gewonnen wird, ferner die **Sykomore** (F. Sycomorus), in Afrika heimisch, aus deren leichtem, aber festem, haltem Holze die Särge der Mumien gemacht wurden und deren Scheinfrüchte ebenfalls genießbar sind können.

Fig. 6. Der **Brotfruchtbaum** (Artocarpus incisa), auf den Inseln des Stillen Weltmeeres heimisch und dort allgemein angebaut, ist eine immergrüne Pflanze mit eingeschnitten gelappten Blättern, männliche Blüten hängende Kolben bildend, die weiblichen auf einem aufrechten kugeligen Receptaculum vereinigt sind. Aus dem weiblichen Receptaculum entsteht durch Verschmelzung der fleischigen Perigone die kugelige und kopfgroße Scheinfrucht, welche das Hauptnahrungsmittel der insulaner bildet, indem das mehlige Fleisch der unreifen Früchte gebacken eine brotähnliche Speise abgibt. Das weiche leichte Holz wird benutzt und aus dem Bast werden Kleider gemacht. (a blüten- und fruchttragender Zweig, b männliche Blüte, schwach vergr.; c junge Frucht, e im Längsschnitt, nat. Gr.; e i Abschnitt derselben, $^1/_3$ nat. Gr.) — Der Brotfruchtbaums sind der durch A. von Humboldt bekannt gewordene **Kuhbaum** (Galactodendron) Columbiens, dessen Milchsaft trinkbar ist, wegen seines höchst giftigen, brennend scharfen Saftes seit Jahrhunderten berüchtigte Upasbaum Java (Antiaris toxicaria), bezüglich dessen die übertriebensten Fabeln lange Zeit geglaubt sind.

Fig. 7. Der **schwarze Maulbeerbaum** (Morus nigra). Die bekannte Maulbeere ist eine durch Verschmelzung der Perigone der weiblichen aus dem kugeligen weiblichen Blütenstande hervorgegangene Scheinfrucht. Die Maulbeerbäume sind häufige Gewächse und im tropischen und

sien heimisch. Sie enthalten einen wässerigen Saft. ire männlichen Blüten stehen in Aehren. — Der warze Maulbeerbaum soll aus Persien stammen; trägt sehr saftige, angenehm süßschmeckende Scheinren. (a männlicher Blütenstand, b weibliche in nat. r., c männliche, d weibliche Blüte, vergr.; e cheinfrucht, nat. Gr., f eigentliche Frucht, vergr.) ichtiger ist der aus China stammende weiße Maulerbaum (M. alba), weil dessen Blätter das beste tter für die gemeine Seidenraupe (Bombyx Mori) sern. Deshalb wird dieser nur mittelgroße Baum, sen weiße Scheinfrüchte süß, aber fade schmecken, erall, wo Seidenraupenzucht getrieben wird, in ßem Maßstabe angepflanzt.

Fig. 8. Dorsthenia Contrayerba, eine in asilien wachsende krautige Pflanze, deren Rhizom ther officinell war. Die Arten der Gattung Dorenia, sämmtlich perennirende Kräuter der heißen Zone, d dadurch ausgezeichnet, daß ihre männlichen und iblichen Blüten in die Oberfläche eines fleischigen, s eine concave und gelappte Scheibe ausgebildeten eceptaculums eingesenkt sind, welches von einem grundndigen Stiel getragen wird. Die Dorsthenien sind ther die nächsten Verwandten der Feigenbäume, denn e Receptaculum unterscheidet sich von der Feige nur durch, daß es offen ist. (a blütentragendes Receptaulum in nat. Gr., b dasselbe im Querdurchschnitt, ein Stückchen mit einer weiblichen und einer männhen Blüte, vergr.)

Fam. 4. Rüsterartige (Ulmeae). Bäume mit Büscheln gestellten, vor dem Laubausbruch sich entickelnden polygamischen Blüten, aus deren oberändigem Fruchtknoten eine Flügelfrucht (einsauige, n einem häutigen Flügelsaum umgebene Nußfrucht) ntsteht. Die wichtigste und zugleich die einzige der nigen, die gemäßigte Zone bewohnenden Gattungen, n welcher in Europa Arten vorkommen, ist die attung der Rüstern oder Ulmen (Ulmus): Blätter wechselnd, gestielt, mit abfallenden Nebenblättern, attspreite am Grunde schief, ungleich, am Rande ppelt gesägt, fiedernervig; Blüten mit glockenmigem, kelchartigem Perigon, Staubfäden vorstehend, aubbeutel dunkelviolett, Fruchtknoten mit 2 langen arben. Die Früchte reifen vor der Ausbildung der ätter. Samen ohne Eiweiß.

Taf. 19, Fig. 9. Der Flatterrüster (Ulmus usa), ein im nördlichen Mitteleuropa heimischer, ch aber nicht häufiger und nur vereinzelt vorkommter Waldbaum, unterscheidet sich durch die lang stellten, lockere, unregelmäßige Büschel bildenden Blü- und die kleinen hängenden Früchte mit am Rande wimperten Flügel von dem viel häufigern Bergster oder gemeinem Rüster (U. montana und m Feldrüster (U. campestris). Beide haben fast ende Blüten und Früchte, welche deshalb dichte, lbkugelige Büschel bilden und viel größere kahle ächte. Der Bergrüster ist in den Gebirgen Mittelropas und in ganz Nordeuropa zu Hause und durch nne, aber sehr scharfhaarige Blätter ausgezeichnet, hrend der mit diesem oft verwechselte Feldrüster, scher dicke, aber oberseits glatte Blätter besitzt, dem üden Europas angehört und sich nordwärts nur bis sterreich erstreckt. Jedoch ist eine Varietät desselben, gen ihrer korkigen Rinde als Korkrüster bezeichet, bis nach Schweden verbreitet. (a blühender und blätterter, b fruchttragender Zweig des Flatterrüsters 1/2 nat. Gr., c Staubbeutel, d männliche Blüte, Frucht, vergr.; f Frucht des Bergrüsters in nat. r.; g Durchschnitt des Samens, vergr.)

IV Ordnung der Spinatartigen oder Gemüsepflanzen (Oleraceae). Kräuter, selten Sträucher und Halbsträucher mit einfachen Blättern und mit verschieden angeordneten Zwitter-, selten eingeschlechtigen Blüten, welche stets ein regelmäßiges Perigon besitzen. Fruchtknoten oberständig, Frucht verschieden, oft vom stehenbleibenden Perigon umgeben, Samen mit Eiweiß und meist excentrisch darin gelegenem Keim.

Fam. 1. Knöterichgewächse (Polygoneae). Blätter meist abwechselnd, am Grunde mit häutigen Nebenblättern, welche oft in eine aufrechte, den Stengel umfassende, cylindrische oder trichterförmige Tute (Gelenkscheide, Stiefelchen) verwachsen sind. Stengel und Aeste oft knotig-gegliedert. Blüten meist zwitterlich, in Aehren, Quirlen oder Trugdolden, selten einzeln mit oft corollinisch gefärbtem Perigon. Staubgefäße perigynisch oder einer hypogynischen Scheibe eingefügt, frei. Ein einziger Stempel, aus dessen einfächerigem Fruchtknoten eine einsamige, zusammengedrückte oder eckige, bisweilen geflügelte Scheinfrucht entsteht, deren Same ein mehliges Eiweiß besitzt. — Die Polygoneen sind über die ganze Erde verbreitet.

Taf. 19, Fig. 10. Der Sauerampfer (Rumex Acetosa), bekannte, auf Wiesen und in Grasgärten wachsende Rhizompflanze, deren saftige Stengel und Blätter angenehm säuerlich schmecken und jung als spinatähnliches Gemüse benutzt werden können. Häufiger macht man eine solche Verwendung von den Blättern des sogenannten englischen Spinats (R. Patientia), welcher viel größer als der gemeine Sauerampfer wird und bezüglich seiner Blätter dem überall auf Schutt und bebautem Boden vorkommenden stumpfblätterigen Ampfer (R. obtusifolius) gleicht, dessen Rhizom officinell ist. Die Gattung Rumex zeichnet sich durch ihr aus 6 in 2 alternirende Kreise gestellten Blättern bestehendes Perigon aus, dessen innere stets größere Blätter nach der Blütezeit sich noch vergrößern und in sogenannte Klappen verwandeln, welche, indem sie sich emporschlagen, die dreikantige Frucht umhüllen. Die 3 äußern Perigonblätter schlagen sich häufig abwärts (Fig. c). Die Blüten stehen in oft rispig gruppirten Quirlähren. Bei manchen Arten, wie z. B. dem gemeinen Sauerampfer, sind die Blüten eingeschlechtig und zweihäusig (a männliche Blüte ohne Staubgefäße, b Staubgefäß, c fruchttragende, d weibliche Blüte, vergr.).

Fig. 11. Der Buchweizen oder das Heidekorn (Polygonum Fagopyrum), eine einjährige, aus dem westlichen Asien stammende Culturpflanze, welche wegen ihrer mehlreichen Samen auf Sandboden, wo sie am besten gedeiht, in Nord- und Mitteleuropa häufig angebaut wird, hat, gleich allen übrigen Knöterichen (Polygonumarten), einen knotigen, an den Knoten mit Gelenkscheiden versehenen Stengel, unterscheidet sich aber von den meisten Knöterichen durch die herzpfeilförmigen Blätter und die in kurze straußförmig gruppirte Trauben geordneten Blüten, welche ein röthlichweißes Perigon, 8 Staubgefäße und einen dreitheiligen Griffel besitzen. (Abgebildet: die ganze Pflanze, verkl., a Blüte, b Frucht, c diese im Querschnitt, vergr.)

Fig. 12. Der Garten-Rhabarber (Rheum undulatum). Die Gattung Rheum unterscheidet sich von der ihr zunächst stehenden Gattung Rumex durch das einreihig-sechsblätterige Perigon, 9 Staubgefäße und die dreikantige, an den Rändern gefluügelte, vom Perigon nicht umhüllte Frucht. Ihre Arten sind stattliche, perennirende Stauden mit fleisch-saftigen Rhizomen, daumensdicken, oft über mannshohen Stengeln, großen Blättern und mächtigen, aus blütenreichen Quirlähren zusammengesetzten Straußrispen. Fast alle Arten wachsen in den Gebirgen Mittelasiens, viele in Sibi-

rien. Zu letztern gehört der wegen seiner großen weißen Sträuße und schön gewellten Blätter als Decorationspflanze so häufig cultivirte Garten-Rhabarber (abgebildet: ein Blatt und ein Rispenzweig, ersteres sehr verkl.). Die fingerdicken saftigen Stiele der grundständigen Blätter dieser und anderer Arten (besonders von Rh. Emodi) können wie Spargel zubereitet werden. — Die officinelle Rhabarberwurzel kommt von einer noch nicht bekannten chinesischen Art. Lange hat man den in Tibet und Nepal heimischen handblätterigen Rhabarber (Rh. palmatum), von dem Fig. 1 auf Taf. 20 ein sehr verkleinertes Bild gibt (a Blüte, b Stempel, c Frucht in nat. Gr.), für die Stammpflanze dieser wichtigen Drogue gehalten.

Fam. 2. Meldenartige Gewächse (Chenopodiaceae). Kräuter, Halbsträucher und Sträucher mit abwechselnden, nebenblattlosen, einfachen, fetten oder saftigen Blättern und kleinen unscheinbaren, knäuelförmig angeordneten Blüten, welche ein kelchartiges Perigon, 3—5 Staubgefäße und einen freien Stempel besitzen. Das nach der Blütezeit stehen bleibende und sich vergrößernde Perigon umhüllt gewöhnlich vertrocknet oder fleischig oder holzig geworden die kleine einsamige Schlauchfrucht. Seltener ist die Frucht beerenartig. Samen meist zusammengedrückt rund, mit mehligem Eiweiß und gekrümmtem, das Eiweiß umschließendem Keim. Die Blütenknäuel sind oft zu langen schweifartigen Rispen gruppirt, seltener stehen sie einzeln in den Blattachseln. — Die Chenopodiaceen sind besonders in der gemäßigten Zone zu Hause und lieben fetten bebauten, viele auch salzhaltigen Boden, Sand und Schutt. Viele treten daher als Unkräuter und Schuttpflanzen (z. B. die Melden) oder als Salzsteppengewächse auf. Von bekannten Culturpflanzen gehören hierher der Spinat (Spinacia oleracea), die Gartenmelde (Atriplex hortensis) und die Runkelrübe (Beta vulgaris).

Taf. 20, Fig. 2. Der Erdbeerspinat (Blitum virgatum), einjährige, in Südeuropa heimische Pflanze mit ästigem Stengel, dessen Zweige zuletzt ruthenförmig verlängert sind und dann auf dem Boden niedergestreckt zu liegen pflegen, besitzt achselständige Blütenknäuel, welche sich in rothe erdbeerförmige süßlich schmeckende Scheinbeeren verwandeln, indem die Perigone fleischig werden und gegenseitig verschmelzen. Die fruchttragende Pflanze sieht hübsch aus, weshalb der Erdbeerspinat bisweilen zur Zierde angebaut wird. Seine Blätter können wie Spinat benutzt werden. (a ganze Pflanze, sehr verkl.; b Blatt mit einer Scheinfrucht in nat. Gr., c, d Frucht und Samen, vergr.)

Fam. 3. Amarantartige Pflanzen (Amarantaceae). Unterscheiden sich von der vorhergehenden Familie durch das trockenhäutige, bald gefärbte, bald bleiche oder grünliche Perigon, welches ebenfalls stehen bleibt, und die mit je 3 häufig gefärbten Deckblättern versehenen Blüten, welche sehr klein und theils zwitterlich, theils eingeschlechtig (meist polygamisch) sind. Frucht oft ringsum aufspringend (Büchsenfrucht), häufiger eine gewöhnliche Schlauchfrucht, selten beerenartig. — Die Amarantaceen sind Bewohner der warmen und gemäßigten Zone beider Hemisphären. Sie haben uns eine Anzahl schöner Zierpflanzen geliefert, wie die Fuchsschwanzarten (Amarantus), den Hahnenkamm (Celosia cristata) und den Kugelamarant (gomphrena globosa).

Taf. 20, Fig. 3. Der Garten-Fuchsschwanz (Amarantus caudatus), einjährige, aus Asien stammende Zierpflanze mit zahllosen kleinen braunrothen Blüten, welche im Verein mit ebenso gefärbten spelzenähnlichen Deckblättchen dicht gedrängt eine dicke [illegible] Rispe am Ende des Stengels bilden, [illegible] achseln kleinere Blütensträuße hervor[illegible] Pflanze, sehr verkl., b Blüte, [illegible] Büchsenfrucht, d Samen im Durchschn[illegible]

Fam. 4. Kermesbeerartige Pflan[illegible] (Phytolaccaceae). Saftvolle Stauden oder [illegible] Bäume mit abwechselnden ganzrandigen [illegible] ährig oder traubig angeordneten Zwitter[illegible] aus einem kelchartigen, inwendig gefärbten Perigon, 4—10 freien Staubgefäßen [illegible] ständigen, aus vielen einfächerigen, [illegible] stellten Carpellen zusammengesetzten Frucht[illegible] stehen. Spaltfrucht mit einsamigen, [illegible] bald schlauchfrucht-, bald flügelfrucht[illegible] früchtchen. Samen mit mehligem, [illegible] gebenem Eiweiß. — Gewächse der tropischen [illegible] tropischen Zone beider Hemisphären.

Taf. 20, Fig. 9. Die gemeine [illegible] (Phytolacca decandra), aus Nordamerika [illegible] in Südeuropa verwilderte Staude mit [illegible] hoch werdenden Stengeln, großen [illegible] und fleischfarbigen Blüten. Die [illegible] enthalten einen blutigrothen scharfen [illegible] den Saft, welcher in der Färberei und [illegible] zur Schminkefabrikation benutzt wird. [illegible] oder war officinell. Von einer andern bekannt gewordenen Art, der eßbaren [illegible] (Ph. esculenta), können die Blätter als [illegible] Gemüse benutzt werden. (a blühender Zweig [illegible] St. in 1/3 nat. Gr., b Trauben in nat. [illegible] d Einzelbeere, e dieselbe im Durchschn[illegible]

V. Ordnung der Thymeläen (Thymelaeaceae) und Sträucher mit einfachen meist ganzrandigen ganzen Blättern und zwitterlichen selten [illegible] Blüten, welche ein regelmäßiges vierzähliges corollinisches Perigon besitzen. Aus dem Fruchtknoten entwickelt sich eine Beere, [illegible] ein Nüßchen.

Fam. 1. Lorbergewächse (Laurineen) [illegible] wärmern Zonen, wo sie besonders in [illegible] vorkommen, mit nebenblattlosen lederigen ganzrandigen Blättern und trauben-, ähren- [illegible] rispenförmig angeordneten Blüten, [illegible] 2 Reihen (4—6) unter sich verwachsen [illegible] steht. Staubgefäße auf einer fleischigen [illegible] des Perigons bildenden Scheibe, [illegible] viele, mit nach oben verbreitertem, [illegible] oft 2 große Drüsen tragendem Filament, [illegible] fächerigem Staubbeutel, dessen Fächer [illegible] öffnen. Beere oder Steinfrucht, von [illegible] Blütenstiel oder dem erweiterten [illegible] oder vom stehenbleibenden Perigon [illegible] Samen ohne Eiweiß.

Taf. 20, Fig. 4. Der Zimmtbaum (Cinnamomum zeylanicum), auf Ceylon und in [illegible] liefert die echte Zimmtrinde, wird [illegible] Die gelblichen Blüten sind wohlriechend [illegible] Beeren schwarz. Aus den Blättern [illegible] nelkenöl destillirt. (a blühender Zweig [illegible] b zwei Blüten in nat. Gr.; c [illegible] d, e Staubgefäße, vergr.; f Frucht [illegible] Eine schlechtere aber häufiger gebrauchte [illegible] Zimmtrinde, der Kaneel, kommt von [illegible] und Cochinchina wachsenden Cinnamomum [illegible]

Fig. 5. Die Alligatorbirne (Persea gratissima) [illegible] ein schöner Baum Westindiens und [illegible] Südamerika, wo er auch viel angebaut [illegible] sonders wegen der eßbaren Frucht [illegible] welche die Form einer Birne hat [illegible]

Kopfes eines neugeborenen Kindes erreicht. Ihr
ben der gelben oder braungrünen Schale und
harten großen steinkernähnlichen Samen befindliches
es, von grünen Adern durchzogenes, butterähn-
Fleisch wird in den genannten Ländern allgemein
Obst genossen. Die Samen enthalten einen erst
en, dann an der Luft blutroth werdenden Saft.
lütenstand, b Blatt, beide in $^1/_2$ nat. Gr.; darüber
e, c Stempel, f Staubgefäß, vergr., d Frucht,
selbe im Querschnitt in $^1/_6$ nat. Gr.)

g. 6. Der gemeine Lorber (Laurus nobilis),
ebirgswäldern Südeuropas, Nordafrikas und der
rischen Inseln wachsender Baum mit gelblichweißen,
riechenden Blüten und blauschwarzen Beeren.
ter und Beeren sind officinell, dienen auch als
ürz. Die Zweige benutzt man zu Kränzen, welche
den ältesten Zeiten als Ehrenzeichen für Krieger,
er und Künstler gedient haben. (a, b blüten-
fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., c männ-
d weibliche Blüte, e Staubgefäße, vergr.)

n den Laurineen gehören ferner der im südöstlichen
heimische Kampherbaum (Camphora officinarum),
dessen Holz der Kampher durch Destillation ge-
en wird, und der amerikanische Sassafrasbaum
safras officinale), dessen knorrige Wurzel das
nelle Sassafrasholz und die Sassafrasrinde liefert.

m. 2. Muskatbäume (Myristiceae). Diese
ilie besteht blos aus der den Tropenländern ange-
nden Gattung Myristica. Immergrüne Bäume
Sträucher, den Laurineen ähnlich, von denen sie
namentlich durch ihre Frucht unterscheiden, deren
hige Hülle mit 2, seltener 4 Klappen aufspringt
deren einziger große Same von einem zerschlitzten
higen Samenmantel umgeben ist und einen
en gefalteten Eiweißkörper enthält. Blüten einge-
hig, zweihäusig, Staubgefäße verwachsen. Stempel
ständig.

f. 20, Fig. 7. Der gemeine Muskatnuß-
m (Myristica moschata), ein schöner, bis 70 Fuß
erreichender Baum der östlichen Inseln des
schen Archipels, wo er noch jetzt große Wälder
t, liefert die Muskatnuß und Muskatblüte. Erstere
er aus dem Samen herausgeschälte und getrocknete
ihkörper, letztere der getrocknete (im frischen Zustande
lachrothe) Samenmantel. Die Blätter und Früchte
blaßgelb, letztere über 2 Zoll dick. Aus den
enkernen werden das Muskatöl und die Muskat-
r bereitet. (a blüten-, b fruchttragender Zweig
nat. Gr., c männliche, d weibliche Blüte, auf-
nitten, in nat. Gr.; e Keim, vergr.)

m. 3. Kellerhalsähnliche Gewächse (Daphnoi-
). Sträucher oder kleine Bäume, selten Kräuter
zerstreuten oder gegenständigen nebenblattlosen
randigen Blättern und meist zwitterlichen, einzeln-
nden oder in Büschel, Aehren, Köpfchen gruppirten
en, welche ein verwachsenblätteriges corollinisch ge-
es Perigon, 2—10 der Perigonröhre eingefügte
bgefäße und einen oberständigen Stempel besitzen.
amige Stein- oder Nußfrucht, Same mit spärlichem
iß und geradem Keim. — Die Daphnoideen sind
die wärmere gemäßigte und subtropische Zone,
eutlich der südlichen Halbkugel, verbreitet, in der
rn gemäßigten Zone kommen nur wenige Arten vor.

af. 20, Fig. 8. Der Kellerhals (Daphne
ereum), ein in Wäldern Mitteleuropas auf
em brauchbaren Boden wachsender und häufig als
gehölz cultivirter Strauch, der seine purpurrothen
riechenden, aus Seitenknospen der Zweige hervor-
nden Blüten im ersten Frühling vor der Ent-
ung der Blätter öffnet. Die scharlachrothen beeren-
artigen Steinfrüchte reifen im Spätsommer und enthalten einen brennendscharfen blasenziehenden Saft, der sich auch in der weichen Rinde der jüngern ruthenförmigen Zweige findet. Diese wird deshalb als „Seidelbast" zu Fontanellen verwendet. (a blühender und fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., c Staubgefäß, d Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr., h Steinkern, f Frucht, b Blüte, aufgeschnitten, nat. Gr., g Same im Durchschnitt, etwas vergr.)

VI. Ordnung der Schlangenwurzähnlichen (Serpentariae). Rhizongewächse oder Sträucher mit abwechselnden einfachen Blättern und zwitterlichen und eingeschlechtigen Blüten, welche ein corollinisches Perigon besitzen und deren Staubgefäße entweder unter sich in einer Mittelsäule oder mit dem Griffel verwachsen sind. Frucht eine mehrfächerige vielsamige Kapsel, selten Beere. Samen mit Eiweiß und geradem Keim.

Fam. 1. Kannenträger (Nepentheae). Die einzige Gattung dieser Familie (Nepenthes) besteht aus in Java und Madagaskar heimischen Halbsträuchern und Sträuchern mit niederliegenden oder rankenden Aesten, deren nebenblattlose Blätter einen stengelumfassenden, blattartig verbreiteten, in eine Ranke auslaufenden Stiel besitzen, welcher an seinem Ende oft einen durch die dedelartig ausgebildete Blattspreite genau verschließbaren Schlauch trägt. Dieser mit seiner Mündung stets nach oben gekehrte, oft mehrere Zoll lange Schlauch füllt sich auf eine noch nicht hinreichend erklärte Weise während der Nacht, wo der Deckel aufliegt, mit trinkbarem Wasser. Deshalb werden diese merkwürdigen in Sümpfen wachsenden Pflanzen zu einer großen Wohlthat für die Reisenden in jenen heißen Gegenden. Die Blüten sind eingeschlechtig, klein, in Aehren, Trauben oder Rispen gestellt und unscheinbar, die Schläuche dagegen oft prächtig gefärbt. Das Perigon ist vierblätterig, die Staubgefäße sind verwachsen (ihre Beutel bilden ein Köpfchen), der Fruchtknoten ist frei, oberständig, die Frucht eine lederartige, vierfächerige, an den Nähten aufspringende Kapsel.

Taf. 20, Fig. 10. Der gemeine Kannenträger (Nepenthes destillatoria) aus Ceylon. (Ein schlauchetragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fam. 2. Osterluzeigewächse (Aristolochiaceae). Stauden mit kriechenden oder knolligem Rhizom oder kletternde Sträucher. Blätter zweizeilig, einfach, breit, ganzrandig, bald mit einem bald ohne Nebenblatt. Blüten achselständig, einzeln oder gebüschelt oder traubig, mit unterständigem Fruchtknoten und oft seltsam geformtem röhrigen zweilippigen seltener regelmäßigen Perigon. Staubgefäße 6—12, meist auf die Staubbeutel reducirt, und an den kurzen dicken fleischigen, von einer stacheligen Narbe gekrönten Griffel angewachsen, selten frei. Frucht kapsel-, seltener beerenartig, drei- bis sechsfächerig, vielsamig. — Die Aristolochiaceen bewohnen der Mehrzahl nach das tropische Südamerika, die übrigen sind durch das tropische Asien, die Mediterranzone und das gemäßigte Europa und Nordamerika zerstreut.

Taf. 20, Fig. 11. Die gemeine Osterluzei (Aristolochia Clematitis), ein perennirendes, in Mitteleuropa heimisches, früher officinelles Kraut mit gelblichen Blumen. (Blütentragender Theil des Stengels in $^1/_2$ nat. Gr., h Fruchtknoten mit dem aufgeschnittenen bauchigen Theil des Perigons, c Narbe von oben mit den 6 an den Griffeln angewachsenen Staubbeuteln, vergr.)

Fig. 12. Der Pfeifen- oder Tabackspfeifenstrauch (Aristolochia Sipho), aus Nordamerika stammendes Schlinggewächs mit großen schönen herzförmigen Blättern, welches in unsern Gärten allgemein zu Lauben und Wandbekleidungen verwendet wird, hat seinen

Namen von der an einen Tabakspfeifenkopf erinnernden Form seiner grünlichen Blumen erhalten. (a Blatt, sehr verkleinert, darunter eine Frucht in nat. Gr., b Blütenstand verkl., c Blume im Längsschnitt, nat. Gr., d Griffel und Staubbeutel, e Fruchtknoten im Querschnitt, f Same; vergr.)

Zu der Gattung Aristolochia gehört auch die nordamerikanische Pflanze, welche die officinelle Schlangenwurzel liefert (Aristolochia Serpentaria), sowie die in unsern Wäldern vorkommende, im ersten Frühling blühende Haselwurz (Asarum europaeum), ein niedriges Kraut mit gestielten nierenförmigen Blättern und einzelnstehenden braunen aromatischen Blüten von regelmäßiger Bildung, welche 12 freie Staubgefäße enthalten.

Zweite Unterklasse.

Dikotyledonen mit ganzblätteriger Blumenkrone (Gamopetalae).

Blüten in der Regel mit doppelter Hülle, Kelch und Blumenkrone, letztere immer, ersterer oft verwachsenblätterig.

I. Ordnung der Haufblütler (Aggregatae). Blüten klein, zahlreich, in Köpfchen oder dichtblütige gabelteilige Trugdolden zusammengedrängt. Fruchtknoten unterständig, Kelch rudimentär, kleine einsamige nicht aufspringende Schalfrucht, Samen mit oder ohne Eiweiß. — Kräuter, Sträucher, selten Bäume mit einfachen nebenblattlosen Blättern.

Fam. 1. Baldriangewächse (Valerianeae). Rhizomgewächse, selten einjährige oder halbstrauchige Pflanzen, mit gegenständigen ganzen oder fiedertheiligen Stengel- und Astblättern und in zusammengesetzte gabelteilige, oft büschel- oder köpfchenförmige Trugdolden gestellten, meist zwitterlichen Blüten. Kelch als gezähnter oder einwärts gerollter Saum entwickelt, Blumenkrone röhrig oder trichterförmig, bisweilen mit fast zweilippigem Saume oder am Grunde gespornt, Staubgefäße 1—3 in der Röhre der Blumenkrone eingefügt. Fruchtknoten dreifächerig mit 2 leeren Fächern und einem fadenförmigen Griffel. Schalsrüchtchen oft von den in federige Borsten auswachsenden Kelchzähnen gekrönt. Samen ohne Eiweiß. — Die Valerianeen sind über die ganze Erde verbreitet, doch vorzüglich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel, namentlich in den Mittelmeerländern und dem taurisch-kaukasischen Gebiet zu Hause.

Taf. 21, Fig. 1. Der gemeine Baldrian (Valeriana officinalis), eine perennierende, an Bach-, Fluß- und Teichufern sowie auf feuchtem Gerölle freier Bergkuppen in fast ganz Europa vorkommende Pflanze, deren aromatisches Rhizom als wirksames Heilmittel gegen Krämpfe und andere Krankheiten von alters her officinell ist. Blüten röthlichweiß, aromatisch, in großen schirmförmigen Trugdolden. (a, b ganze Pflanze, sehr verkl., c Fruchtknoten mit Kelch, d Frucht mit dem zur Federkrone ausgewachsenen Kelche, e Blüte, vergr.) — Zu den Valerianeen gehört auch der in vielen Gegenden Deutschlands angebaute Rapunzchensalat (Valerianella olitoria), ein kleines einjähriges Kraut mit wiederholt gabelteiligen Stengeln, kleinen bläulichen Blüten und Früchtchen ohne Federkrone, welches auf Aeckern als Unkraut wächst. Benutzt werden die büschelförmig gestellten länglichen saftigen Grundblätter.

Fam. 2. Kardenartige Gewächse (Dipsaceae). Kräuter und Halbsträucher mit gegenständigen Blättern, welche häufig fieder- oder leierförmig getheilt sind. Blüten zwitterlich, gewöhnlich in ein Blütenkörbchen gestellt (s. oben S. 12), eine jede mit einer besondern den Fruchtknoten eng umschließenden, der Länge nach gefurchten oder grubig durchbrochenen Hülle (involucellum) versehen. Kelch rand- oder becherförmig, sein Saum oft in 4—5 lange Borsten ausgedehnt. Blumenkrone röhrig oder trichterförmig, mit unregelmäßigem oder fünfspaltigen Saume. Staubgefäße 4, dem Grunde der Blumenkronenröhre eingefügt, frei. Schließfrucht von dem Involucellum umschlossen, Same mit Eiweiß. — Gewächse der gemäßigten und subtropischen Zone beider Hemisphären. Zu ihnen gehört die Gattung der Knopfblume (Scabiosa), von deren Arten mehrere auf unsern Wiesen und Feldern vorkommen (z. B. Sc. arvensis, Sc. succisa, der Teufelsabbiß). Die Familie ist benannt nach der Gattung der Kardendistel (Dipsacus), meist zweijährigen Kräutern, deren Blätter und Stengel oft stachelig sind.

Taf. 21, Fig. 2. Die Weberkarde (Dipsacus fullonum). Die länglichen Blütenköpfe dieser aus dem Orient stammenden Pflanze werden wegen ihrer nach der Blütezeit verholzenden und dann steifen Tragblätter (Spreublätter), die die Zwischen den Blüten stehen und diese überragen, zum Aufkratzen oder sogenannten „Kardätschen" der rohen Wolle gebraucht, welche diese Pflanze in vielen Gegenden angebaut wird. Abgebildet: der obere Theil des blühenden Stengels a Köpfchen, durchgeschnitten, in 1/2 nat. Gr., b Blume, c Blumenkrone, d Griffel, e, f Fruchtknoten und Frucht mit dem Hüllchen, g Frucht allein in nat. Gr.

Fam. 3. Korbblütler (Compositae). Kräuter, seltener Halbsträucher, Sträucher oder gar Bäume mit abwechselnden, selten gegen- oder quirlständigen einfachen nebenblattlosen Blättern und in Blütenkörbchen gestellten Blüten, welche bald alle Zwitterblüten sind und keine Blumenkronen von gleicher Form besitzen, bald zwar zwitterlich oder polygamisch. In letzterm Falle haben die Randblüten gewöhnlich eine anders geformte Blumenkrone als die übrigen das Receptaculum bedeckenden Blüten (Scheibenblüten). Kelch rudimentär, als haarige, federiger, borstiger, schuppiger oder spreublätteriger Saum ausgebildet, oft nach der Blütezeit sich vergrößernd und auf der kleinen einsamigen Schließfrucht (Achene) als Flugorgan (Samenkrone) stehenbleibend. Blumenkrone röhrig, trichterförmig, zungen- (band-) förmig oder zweilippig. Staubgefäße 5, Filamente der Blumenkronenröhre eingefügt, frei. Staubbeutel in einen Cylinder verwachsen, durch welchen bei Zwitterblüten der fadenförmige Griffel hindurchgeht; Narbe 2, behaart. Blütenkörbchen mit sehr verschiedenartig geformter Bracteenhülle (Korbhülle, Hüllkelch, gemeinschaftlicher Kelch), und scheiben-, halbkugel-, kegel- und walzenförmigem, convexem oder ebenem, nackten oder sprenblätterigem Fruchtboden (receptaculum), bald einzeln an der Spitze des Stengels, bald traubig, doldentraubig, trugdoldenförmig oder rispig gruppiert. — Die Compositen sind die größte Familie des Gewächsreichs und über die ganze Erde durch alle Zonen und Regionen verbreitet, in größter Menge jedoch auf den Inseln und Gebirgen der tropischen und subtropischen Zone, nächstdem in der gemäßigten Zone, besonders Nordamerikas vorhanden. Man kennt ungefähr 10000 Arten. Sie zerfallen in mehrere Unterfamilien und eine große Zahl von Gruppen und Untergruppen.

a. Röhrenblütler (Tubuliflorae). Alle oder wenigstens die Scheibenblüten röhrig-trichterig, Randblüten wenn eingeschlechtig oder geschlechtslos, mit zungenförmiger oder unregelmäßig trichterförmiger Blumenkrone, einen Strahl (radius) bildend. Die größte Abtheilung, zerfällt in fünf Hauptgruppen.

Taf. 21, Fig. 3. Die Feldkamille (Matricaria Chamomilla), bekannte einjährige Arzneipflanze, welche

aut unter der Saat in fast ganz Europa vor-
einen weißen Strahl und eine gelbe Scheibe
d sich von ähnlichen Arten durch den kegel-
nackten, inwendig hohlen Fruchtboden unter-
en (a die ganze Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr.,
c Strahlblüte, d Stempel, e Korbhülle
tbboden, g Frucht, h im Querschnitt, vergr.;
n nat. Gr.)

. Das Wohlverleih (Arnica montana),
ndes, auf moorigen Wiesen Mitteleuropas,
in Gebirgsgegenden wachsendes, heilkräftiges
ansehnlichem Blütenkörbchen und goldgelben
nd Scheibenblüten. (a die ganze Pflanze in $^1/_2$
b Scheibenblüte, vergr.; c Strahlblüte in nat.
arbe, e ein Drüsenhaar des Stengels, vergr.)

Der Huflattich (Tussilago Farfara), aus-
, auf thonigem oder mergeligem feuchten Boden
uropa vorkommendes Kraut, welches im ersten
blüht und ebenfalls eine Arzneipflanze ist.
bchen auf weißfilzigen mit grünlichen Schuppen
Stengeln, welche sich vor den grundständigen,
weißfilzigen Blättern entwickeln, Strahl- und
lüten goldgelb, erstere mit sehr schmaler Zunge.
de Pflanze in $^1/_2$, b blättertragende in $^1/_3$
c Korbhülle und Fruchtboden, d Strahl-,
nblüte, vergr.)

. Das Gänseblümchen, Maßliebchen
rennis), allgemein verbreitete, perennirende
der Wiesen und Grasplätze von Mittel- und
pa, auch in Südeuropa als Gebirgspflanze
nd, blüht fast das ganze Jahr. Scheiben-
lb, Zungen der Strahlblüten weiß, oft mit
pitzen. Eine Gartenvarietät, bei welcher alle
Zungenblüten von weißer oder rother Farbe
delt sind, ist das sogenannte Tausendschön
nmröschen. (Ganze Pflanze in nat. Gr.,
bchen senkrecht durchschnitten, b Scheiben-
Strahlblüte mit abgeschnittener Zunge, vergr.)

Gänseblümchen ähnlich, aber viel größer
Theilen, ist die weiße Wucherblume
emum vulgare), auch Käferblume, große
, Johannisblume, Drakelblume
welche auf Wiesen und Aeckern wächst und
ie Strahlblüten von den Mädchen als Liebes-
nutzt werden.

. Der Wermut (Artemisia Absynthium).
reiche Gattung Artemisia hat kleine traubig
g angeordnete Blütenkörbchen ohne Strahl,
ndblüten fadenförmig und weiblich zu sein
ährend die zwitterlichen Scheibenblüten eine
hterförmige Gestalt besitzen. Seltener sind
en von letzterer Form und zwitterlich, z. B.
rigen Arten, deren kleine noch unaufgeblühte
im zerriebenen Zustand den sogenannten
men (Flores Cinae) bilden, welcher gegen
ewürmer, besonders gegen den Spulwurm
et wird. Diese Arten wachsen im westlichen
Südeuropa und Nordafrika. Diejenige Art,
n echten levantinischen Wurmsamen liefert
wächst in Turkestan. Eine in Mittel- und
pa sehr verbreitete Art ist der gemeine
(A. vulgaris), dessen Rhizom für ein Mittel
lepsie gilt. Seine handförmig-fiedertheiligen
nd oberseits kahl und dunkelgrün, unterseits
Dadurch und durch die kleinen länglichen
braune Blüten enthaltenden Körbchen unter-
ch diese Art von dem viel niedrigern Wer-
sen Blätter auf beiden Seiten graufilzig sind,
n balbkugelige hängende Körbchen gelbe Blüten
Diese in Mittel- und Südeuropa auf Sand-
boden vorkommende und häufig angebaute Pflanze ist in allen Theilen sehr bitter und deshalb als magenstärkendes Mittel bekannt. Ihre Blütenkörbchen und Blätter werden zur Bereitung des namentlich in Frankreich sehr beliebten Absynthliqueurs benutzt. (a blütentragende Spitze des Stengels in $^1/_2$ nat. Gr., b Blatt in nat. Gr., c Blütenkörbchen, d Fruchtboden mit einer Strahl- und einer Scheibenblüte, vergr.)

Andere, als Küchenkräuter benutzte, aus Asien stammende Arten sind der Drachant oder Dragun (A. Dracunculus) und die Eberraute (A. Abroatanum). Letztere ist ein Strauch.

Fig. 8. Die Eberwurz (Carlina acaulis), eine auf trockenen kalkigen Hügeln in Mittel- und Südeuropa wachsende, distelartige Pflanze, gehört wie alle sogenannten Disteln (Arten der Gattungen Carduus, Cirsium, Onopordon u. a.) zu der Gruppe der Cynareen oder artischokenähnlichen Compositen, welche sich durch knotige Verdickung des Griffels und meist aneinanderliegende, einen keulenförmigen Körper bildende Narben auszeichnen und gewöhnlich lauter röhrige Zwitterblüten in jedem Blütenkörbchen haben. Bei der Gattung Carlina sind die innersten Blätter des Hüllkelches als zungenförmige, weiße oder gelbe glänzende, blumenblattartige aber steife trockene Schuppen ausgebildet, welche einen Strahlenkranz um jedes Körbchen herum bilden. Die Eberwurz ist gewöhnlich stengellos, weshalb der große Blütenkorb im Centrum der Blattrosette zu sitzen pflegt. Ihr Rhizom galt früher für sehr heilkräftig. (a ganze Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., c Blüte in nat. Gr., d Frucht, e im Querschnitt, schwach vergr.).

Fig. 9. Das Cardobenedictenkraut (Cnicus Benedictus), eine ebenfalls zu den Cynereen gehörende einjährige Pflanze aus Südeuropa, welche officinell ist. Blüten gelb, Körbchen von den obersten Blättern umhüllt, innerste Blätter des Hüllkelchs mit kammförmig eingeschnittenem Anhang. (a oberer Theil der Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr., daneben ein unteres Stengelblatt, b Blüte, c Korbhülle, d Frucht mit Pappus, vergr.)

Fig. 10. Die Riesenkugeldistel (Echinops gigantea), eine prachtvolle baumartige Distel des tropischen Ostafrika, welche in der Alpenregion der Gebirge Abyssiniens wächst und dort bis über 13000 Fuß Höhe vorkommt. Die Blütenköpfe halten 6—8 Zoll im Durchmesser, sind aus hochrothen Trichterblumen zusammengesetzt und sehr honigreich. Die europäischen und asiatischen Verwandten dieses hier in starker Verkleinerung abgebildeten Tropengewächses sind stattliche, bis über mannshohe Stauden mit kugelrunden 1—2 Zoll starken Blütenköpfen von blauer oder weißlicher Farbe. Allen Kugeldisteln fehlt die gemeinsame Korbhülle, indem jede einzelne der ziemlich großen, auf einem kugeligen Receptaculum stehenden Blüten von einer besondern aus vielen verschieden geformten Schuppen bestehenden Hülle umgeben ist.

Die Gruppe der Cynareen ist benannt nach der Gattung der Artischoken (Cynara), ausdauernden Kräutern mit meist dornigen fiedertheiligen Blättern und großen Blütenkörbchen, deren Hüllschuppen in Dornen auslaufen oder unbewehrt sind. Letzteres ist der Fall bei der gemeinen Artischoke (C. Scolymus), einer im südwestlichen Deutschland und in Südeuropa angebauten Pflanze, deren faustgroße Blütenköpfe vor dem Aufblühen als Gemüse benutzt werden.

b. Lippenblütige (Labiatiflorae). Die kleinste Abtheilung, lauter exotische Compositen mit Lippenblumen enthaltend.

c. Zungenblütler (Liguliflorae). Alle Blüten zwitterlich, mit zungenförmiger Blumenkrone.

Fig. 11. Die Cichorie (Cichorium Intybus), gehört gleich den folgenden zwei Arten zu der nach ihr benannten Gruppe der Cichoriaceen, von denen die meisten einen weißen, bisweilen giftigen Milchsaft (z. B. Lactuca virosa, der Giftlattich) in ihren krautigen Theilen enthalten. Die Cichorie, ein Rhizomgewächs, findet sich als Unkraut auf bebauten Boden, auf Schutt und an Wegen und breitet nur vormittags die himmelblauen Zungenblüten ihrer Körbchen aus. Sie wird in vielen Gegenden wegen ihres als Kaffeesurrogat dienenden Rhizoms angebaut. (a ganze Pflanze, sehr verkl., b Wurzelstock, desgl., c Blüte in nat. Gr., d Stempel, e Frucht, etwas vergr.) Zu derselben Gattung gehört der Endiviensalat (Cichorium Endivia), welcher namentlich in Frankreich und Südeuropa beliebt ist.

Fig. 12. Das Pfaffenröhrlein (Taraxacum officinale), auch Hunde- und Maiblume genannt, ist eine der ersten im Frühling blühenden Compositen und dann wegen ihrer goldgelben Blütenkörbchen eine wahre Zierde der Grasgärten und Brachäcker. Aus dem auf nacktem hohlen Schaft stehenden Körbchen entwickelt sich eine zierliche kugelrunde Federkrone, indem die Früchtchen einen gestielten haarigen Pappus tragen. Das milchende Rhizom dieser ein gutes Futter für Kühe gewährenden Pflanze ist officinell. (Die ganze Pflanze in $^1/_6$ nat. Gr., a fruchttragendes Körbchen, b Fruchtboden mit einer Frucht, c derselbe mit einer Blüte, alle Fig. verkl.; d Blüte in nat. Gr., e Frucht, vergr.).

Fig. 13. Die Schwarzwurzel (Scorzonera hispanica), eine in Südeuropa heimische Pflanze, welche wegen ihres fleischigen gleich Spargel genießbaren Rhizoms häufig als Gemüsepflanze angebaut wird. Die gelben Blumen duften nach Vanille. (a oberer und unterer Theil der Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte, c Frucht, d Facette des Fruchtbodens, e Frucht im Querschnitt, vergr.)

Zu den Cichoriaceen gehören ferner: der gemeine oder Staudensalat (Lactuca sativa), welcher in zahllosen Abarten seit undenklichen Zeiten gebaut wird, die Haferwurz (Tragopogon porrifolius), die Sau- oder Gänsedistel (Sonchus oleraceus), ein verbreitetes Unkraut, u. a. m.

II. Ordnung der Glockenblumigen (Campanulinae). Blüten verschiedenartig angeordnet, zwitterliche oder eingeschlechtige. Fruchtknoten unterständig, Kelch verwachsen- oder getrennblätterig, krautig, Blumenkrone meist glockig oder trichterig, Staubgefäße meist fünf, im Grunde der Blumenkronenröhre eingefügt. Ein einziger Griffel. Kapsel-, Beeren- oder Nußfrucht.

Unter den hierher gehörigen Familien sind besonders bemerkenswerth die Glockenblütler (Campanulaceae) und die Kürbisgewächse (Cucurbitaceae). Glieder der erstern sind die bekannten blauen und lilafarbenen Glockenblumen unserer Wiesen und Gärten (Arten der Gattung Campanula). Die Kürbisgewächse sind der Mehrzahl nach Bewohner der Tropengegenden und meist Kräuter, ihre Stengel gewöhnlich mit Ranken versehen, mittels derer sie zu klettern oder kriechen vermögen. Blätter abwechselnd, handnervig und oft handlappig, ohne Nebenblätter, Blüten eingeschlechtig, meist zweihäusig, Kelch mit der Blumenkrone verwachsen, Staubgefäße frei oder monadelphisch, Frucht fleischig-saftig, dreifächerig, vielsamig, oft beerenartig. — Die meisten bei uns angebauten Kürbisgewächse sind Arten der Gattungen Cucurbita oder Cucumis. Zu ersterer, welche ästige Ranken und am Rande wulstig verdickte Samen hat, gehören der gemeine Kürbis (Cucurbita Pepo) und der Flaschenkürbis (C. Lagenaria), zu letzterer, bei denen [illegible] einfach und die Samen scharfrandig [illegible] Gurke (Cucumis sativus), die Melo[illegible] und die auf

Taf. 22, Fig. 1 abgebildete [illegible] (Cucumis Citrullus), welche jedoch [illegible] Gattung bildet. Diese gleich den Gurken im tropischen Asien heimische Pflanze [illegible]förmige und kürbisgroße Früchte, deren [illegible] bald gelbes oder weißes Fleisch so [illegible] dünne süßliche, sehr erfrischende Saft [illegible] wie Wasser hervorfließt. Die in den [illegible] betteten Samen sind schwarz, die Blüte[illegible] Die Wassermelone (auch Arbuse [illegible] viel Wärme und Wasser, macht aber [illegible] an den Boden. Sie wird deshalb in den Ländern (in Europa noch in Ungarn) in [illegible] stabe angebaut. (Abgebildet: ein blüten[illegible] des Stengels in $^1/_3$ nat. Gr., a Blüte [illegible] b, c Staubgefäße, vergr.; d Samen [illegible] e Frucht im Querschnitt, verkl.)

Fig. 2. Der Kürbis- oder Melo[illegible] (Carica Papaya), ein in allen Tropen[illegible] bauter kleiner Baum, dessen stets unverzw[illegible] bis 20 Fuß Höhe erreicht und eine Krone [illegible] gestielter Blätter trägt. Deshalb wird [illegible] diesem dikotylen Gewächs gewissermaßen [illegible] Palmen. Die Blütenstände entspringen [illegible] winkeln und sind bei dem männlichen [illegible] bei dem weiblichen Trauben. Die [illegible] sind trichterförmig, $1^1/_2$ Zoll lang, [illegible] enthalten 10 Staubgefäße, die weiblich[illegible] gelb. Die Frucht gleicht einem Kürbis, [illegible] dickes blaßgelbes süßes Fleisch. (a [illegible] ganze Pflanze, sehr verkl.; a weiblich[illegible] Blüten, c Querschnitt der Frucht, verkl.)

III. Ordnung der Quirlblätterigen [illegible] Blätter gegen- oder quirlständig mit [illegible] ähnlichen Nebenblättern. Blüten in Tra[illegible] quirlen, Köpfchen, Rispen, Fruchtknoten [illegible] Kelch gezähnt oder gespalten, oft rudim[illegible] krone rad-, teller- oder trichterförmig, [illegible] frei, in der Röhre der Blumenkrone [illegible] frucht, Steinfrucht, Beere oder Kapsel. [illegible] oft voluminösem Eiweiß.

Fam. 1. Chinabaumartige (Cin[illegible] Bäume, Sträucher und Kräuter der Tropen [illegible] gegen- oder quirlständigen meist [illegible] randigen Blättern. Blüten bald einzeln [illegible] förmig in den Blattwinkeln, bald in [illegible] dolden, Köpfchen oder (oft großen) [illegible] vier- bis fünftheilig, Blumenkrone [illegible] Staubgefäße vier bis fünf, Frucht [illegible] Klappen aufspringende vielsamige Kapsel, [illegible] Beere oder Steinfrucht.

Taf. 22, Fig. 3. Die Brechwurz[illegible] (Ipecacuanha), ein in den Wäldern Brasi[illegible] Rhizomgewächs, dessen dünner gering[illegible] die als Brechmittel angewandte echte [illegible] wurzel ist. Blüten klein, weiß, in [illegible] Hüllblättern umgebenen Köpfchen. (a [illegible] in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte, c Stengel, [illegible] in nat. Gr.).

Fig. 4. Der Kaffeebaum (Coffea [illegible] Abyssinien und Arabien einheimisch. [illegible] Tropenländern, besonders auf den ost[illegible] Inseln im großen Maßstabe angebaut. [illegible] weißen Quirlblüten entwickeln sich [illegible] $^1/_2$ Zoll lange Steinfrüchte von [illegible] rother, zuletzt violetter Farbe, welche [illegible]

pergamentartiger citrongelber Schale ent- aus jedem Kern herausgeschälte ebenfalls auf der ebenen Seite mit einer Längs- ene hornige Eiweißkörper ist die rohe in kommende „Kaffebohne". (Abgeb. ein Früchte tragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., on welcher die obere Hälfte der fleischigen hnitten ist, verkl.; b Blüte, geöffnet, in

der Chinarindenbaum (Cinchona Con- Die artenreiche Gattung Cinchona gehört dem tropischen Südamerika an, wo die er Mehrzahl nach in der nebelreichen Wald- ndeskette wachsen. Es sind schön belaubte Bäume, deren meist weiße, oft sehr an- ten meist in zu großen Rispen vereinigten stehen. Die Frucht ist eine Kapsel. Manche erreichen riesige Größe. Die Rinde aller Alkaloide (Cinchonin, Chinin) von fieberver- Wirkung, besonders aber diejenige einer Arten, zu denen auch die hier in $^1/_3$ bildete C. Condaminea gehört. (a Blumen- chnitten, nat. Gr.; b Kapseln in $^2/_3$ nat. Gr., vergr.)

Krappartige Pflanzen (Rubiaceae.) einer Halbsträucher, mit meist dünnen gegen- ständigen Blättern und kleinen weißen oder Trugdolden, seltener einzeln gestellten s denen sich bei der Mehrzahl eine in ige Hälften sich theilende Spaltfrucht, bei e beerenartige Frucht entwickelt. Kelch ge- dimentär, Blumenkrone mit vierlappigem vier Staubgefäßen. — Die Rubiaceen ie ganze Erde verbreitet und besonders in n gemäßigten Zone beider Hemisphären

Fig. 6. Der Krapp oder die Färber- ia tinctorum), ein im Orient und Süd- wachsendes, dort sowie in Frankreich, den n, in Algerien und anderwärts im großen ngebautes Kraut, dessen holziges kriechendes tes Rhizom einen scharlachrothen Farbstoff h) enthält, der namentlich zum Rothfärben olle und des Tuchs verwendet wird. stoff ist aus verschiedenen Pigmenten zu- st, unter denen das neuerdings auch zur ation benutzte „Alizarin" die wichtigste Die Krappplanze hat mit kleinen Stachelchen tränder und Stengelkanten und gelbe Blüten. eile der ganzen Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr.) Zu iceen gehören auch die Labkräuter Gattung Galium) unserer Wiesen, Felder , das lästige Klebkraut (Galium Aparine) kannte aromatische zur Bereitung des „Mai- mentbehrliche Waldmeister (Asperula

nung der Geißblattartigen (Capri- Blätter einfach, ohne Nebenblätter, Blüten mit ganz oder halb unterständigem Frucht- re oder beerenförmige Steinfrucht. Samen em, den Keim umschließendem Eiweiß. . Heckenkirschenartige (Lonicereae). seltener Bäume, sehr selten Kräuter mit gen Blättern. Staubgefäße fünf, in der Blumenkrone eingefügt, frei. Mehrkernige ige Steinfrucht.

2, Fig. 7. Das Gartengeißblatt aprifolium). Die Arten der Gattung Lonicera n solche mit schlingenden Stämmen und quirlförmig gruppirten Blüten, welche eine langröhrige zweilippige Blumenkrone besitzen, und in solche mit aufrechten Stämmen und zu je zwei in den Blattwinkeln auf einem gemeinsamen Stiel stehenden Blüten, deren Blumenkrone trichterförmig ist und deren Fruchtknoten oft verwachsen sind. Erstere werden Geißblatte, letztere Heckenkirschen genannt. — Das Gartengeißblatt mit weißen röthlich angehauchten honigreichen wohlriechenden Blumen, ein allgemein beliebter, zu Lauben und Wandbekleidungen verwendeter Schlingstrauch, stammt aus dem südöstlichen Europa (Abgeb.: ein Blütenzweig in $^1/_2$ nat. Gr.) Unter den Heckenkirschen werden namentlich L. tatarica aus Asien (Blüten hellroth oder weiß, Beeren mennigroth) und L. coerulea aus Mitteleuropa (Blüten gelblichweiß, Beeren verwachsen, blaubeduftet) häufig als Ziersträucher cultivirt. — Zu den Loniceren gehören ferner: der gemeine Schneeball (Viburnum opulus), der Steinlorber (Viburnum Tinus), der schwarze Flieder oder gemeine Hollunder (Sambucus nigra) und der Traubenhollunder (Sambucus racemosa). Bei Viburnum und Sambucus stehen die Blüten in zusammengesetzten Trugdolden, Viburnum hat aber ganze, Sambucus dagegen fiederschnittige Blätter. Bei dem in unsern Wäldern und Gebüschen wild wachsenden gemeinen Schneeball sind die peripherischen Blüten der schirmförmigen Trugdolden geschlechtslos und mit großen weißen radförmigen Blumenkronen versehen, beim Gartenschneeball dagegen alle Blüten in geschlechtslose und großblumige umgewandelt, weshalb hier der Blütenstand eine kugelige Form erhält. Sambucus nigra hat langgestielte schirmförmige Trugdolden, weiße Blüten und schwarze Beeren, S. racemosa kurzgestielte kugelige Trugdolden, gelbgrüne Blüten und scharlachrothe Beeren. — Zu den Loniceren gehören endlich auch die den Namen Linné's tragenden nordische Linnäa (Linnaea borealis), ein in Schweden und anderwärts im Norden, aber auch in den Alpen und sogar in Norddeutschlands Ebenen (bei Berlin) wachsender, niederliegender Zwergstrauch mit wohlriechenden weißen Glockenblumen, und das moschusduftende Bisamkraut (Adoxa Moschatellina), ein unter Gebüsch an schattigen feuchten Plätzen wachsendes Kräutlein mit grünlichen kopfförmig angeordneten Blüten und getheilten Blättern, welches im April oder Mai blüht.

Fam. 2. Heidelbeerartige (Vaccinieae). Sträucher und Halbsträucher mit abwechselnden ganzen Blättern und regelmäßigen einzelnstehenden oder traubig angeordneten Blüten, deren Staubgefäße (acht bis zehn) einem nektarabsondernden Diskus im Grunde der meist krug- oder glockenförmigen Blumenkrone eingefügt sind. Mehrsamige Beere.

Taf. 22, Fig. 8. Die Preiselbeere (Vaccinium Vitis idaea), auch Krons- und Strickbeere genannt, bekannter immergrüner Kleinstrauch mit weißen Glockenblüten und scharlachrothen Beeren; wächst auf Heideboden in lichten Nadelwäldern in fast ganz Europa. (Abgeb. die ganze Pflanze in $^2/_3$ nat. Gr.; a Staubgefäße und Griffel, b ein Staubbeutel mit seinen beiden stielförmigen Anhängen, c Stengel, vergr.; d Beeren, e im Querschnitt, nat. Gr.; f Samen durchschnitten, vergr.) — Eine andere immergrüne und rothfrüchtige Art ist die Moos- oder Krahnsbeere (V. Oxycoccos), welche sich durch im Moose kriechende fadenförmige Stengel, kleinere zweifarbige (unterseits weißliche) Blätter, einzeln stehende langgestielte Blüten mit viertheiliger kreuzförmiger rother Blumenkrone und größere purpurrothe Beeren von der Preiselbeere unterscheidet. Wächst auf Torfmooren in Mittel- und besonders häufig in Nordeuropa. — Zur Gattung Vaccinium gehören ferner die bekannte Heidel- oder

Schwarzbeere (V. Myrtillus) und die Blau- oder Rauschbeere (V. uliginosum), welche beide die Blätter im Herbst verlieren. Erstgenannte Art hat kantige grüne Stämmchen und Aeste, feingesägte Blätter und wächst vorzugsweise auf trockenem oder frischem Waldboden, während die zweite Art runde zimmtbraune Stämmchen und ganzrandige Blätter besitzt und nur auf Torfmoorboden vorkommt. Die blaubedufteten Beeren dieser zweiten viel größer werdenden Art sollen in Menge genossen Kopfschmerzen und Schwindel bewirken.

V. Ordnung der heideartigen Pflanzen (Ericinae). Halbsträucher, Sträucher und Bäume, selten Kräuter mit einfachen ganzen nebenblattlosen Blättern und meist regelmäßigen Zwitterblüten, welche einen oberständigen Fruchtknoten besitzen. Kapsel-, selten Beerenfrucht, mit eiweißhaltigen Samen. — Unter den hierher gehörigen Familien ist die wichtigste diejenige der

Heidesträucher (Ericaceae). Immergrüne Pflanzen mit meist kleinen nadel- oder schuppenförmigen, selten großen breiten Blättern, welche abwechselnd gegen- oder quirlständig angeordnet sind. Blüten achsel- oder gipfelständig, oft große Rispen bildend, mit vier- bis fünftheiligem Kelche und röhren-, glocken-, trichter- oder krugförmiger, bisweilen fast zweilippiger Blumenkrone, welche sammt den Staubgefäßen (vier bis zehn) auf einem fleischigen Diskus eingefügt ist. Staubbeutel geschwänzt oder begrannt, mit Löchern aufspringend. Fruchtknoten mehrfächerig, Griffel fadenförmig. — Die Ericaceen sind zwar über die ganze Erde verbreitet, doch sehr ungleich vertheilt. Von den über 500 Arten der Gattung Erica wachsen die meisten am Cap der guten Hoffnung, während die breitblätterigen und großblumigen Rhododendrons und Azaleen vorzüglich das gemäßigte und kalte Nordamerika und die Hochgebirge des tropischen Asien bewohnen. Unter den europäischen Ericaceen ist das gemeine Heidekraut (Calluna vulgaris) von den Erisen durch den corollinisch gefärbten Kelch, welcher die Blumenkrone an Größe übertrifft, verschieden, auf sandigem trockenen Boden über weite Strecken Landes in dichtem Bestande verbreitet. Dasselbe bildet oft die alleinige Bodendecke in den sogenannten „Kiefernheiden". Als Repräsentanten der breitblätterigen Ericaceen sind abgebildet:

Taf. 22, Fig. 9. Die indische Azalee (Azalea indica), bekannter, allgemein beliebter Zierstrauch unserer Kalthäuser und Zimmer, dessen trichterförmigzweilippige Blumen in allen Nuancen von Roth und Weiß und von der verschiedensten Größe und Form vorkommen. Die Heimat dieses schönen, schon seit geraumer Zeit zu einer Modepflanze gewordenen Gewächses ist China. Die Abbildung stellt eine Varietät mit gekräuselten Blumen dar (A. indica crispiflora). Den Azaleen verwandt sind die Alprosen (Rhododendron). Zwei in den Alpen und Pyrenäen wachsende kleine Arten (Rh. hirsutum und ferrugineum), mit hellpurpurrothen kopfförmig zusammengedrängten Blüten sind die berühmten Alprosen der Schweiz.

Fig. 10. Der Erdbeerbaum (Arbutus Unedo), ein baumartig werdender, im südlichen und westlichen Europa heimischer Strauch mit weißen Blüten, aus deren Fruchtknoten sich eine kugelige scharlachrothe Beere von erdbeerartigem Ansehen und säuerlich-süßem Geschmack entwickelt. In Menge genossen wirken diese Beeren berauschend. (a blütentragender Zweig, b Theil einer Fruchttraube, in $^1/_2$ nat. Gr.; c, d Staubgefäß von vorn und von der Seite, vergr.; e Frucht im Querschnitt, nat. Gr.; f Samen im Längsschnitt, vergr.)

Fig. 11. Die Bärentraube (Arctostaphylos Uva ursi), niederliegender Kleinstrauch vom Ansehen der Preiselbeere mit weißen Blüten und scharlachrothen ungenießbaren Beeren; mit West- und Südeuropa, war früher offi[illegible] b fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. [illegible] Querschnitt, c Spitze eines Blume[illegible] Längsschnitt, vergr.)

Zu den Ericaceen gehört auch der [illegible] in Mittel- und namentlich Nord[illegible] Sumpfporst oder wilde Ro[illegible] palustre), dessen einen narkotischen [illegible] und deshalb giftigen Blätter sich [illegible] brauer zu bedienen pflegen, um das [illegible] zu machen. Blätter schmal, am Ra[illegible] unterseits braunfilzig, Blätter in end[illegible] weiß, Kapseln braun.

VI. Ordnung der nüßchentragen[illegible] blütler (Labiatiflorae nuculiferae). [illegible] zweilippig, seltener regelmäßig; Frucht[illegible] viertheilig, mit grundständigem Griffel (d[illegible] seltener ganz, mehrfächerig, mit endsta[illegible] vier einsamige Nüßchen zerfallende Sp[illegible] mehrfächerige Beere oder mehrkernige [illegible] mit oder ohne Eiweiß.

Fam. 1. Lippenblütler (Labiatae). [illegible] Halbsträucher, selten Sträucher, mit vierka[illegible] kreuzweis gegenständigen einfachen [illegible] Blättern und in Scheinquirle oder gegen[illegible] dolden selten einzeln gestellten Zwi[illegible] aus einem regelmäßigen oder zweilippig[illegible] röhrigen Blumenkrone mit zwei-, sel[illegible] Saume, vier zweimächtigen, seltener [illegible] gefäßen und einem tief viertheiligen [illegible] zweispaltigem Griffel bestehen. Die [illegible] welche die Frucht sich theilt, enthalte[illegible] haltigen Samen. Die Labiaten, eine [illegible] natürlichsten Familien, welche in [illegible] fällt, sind über die ganze Erde verbr[illegible] aber in der wärmern gemäßigten Zo[illegible] Halbkugel zu Hause, so z. B. in [illegible] ländern, wo namentlich die halbtr[illegible] vorherrschen. Alle sind reich an ät[illegible] daher aromatische Pflanzen. Viele [illegible] Gewürz- und Heilpflanzen Verwendung.

Taf. 22, Fig. 12. Der Bienen[illegible] gemeine rothe Taubnessel (Lam[illegible] ein durch ganz Europa verbreitetes [illegible] bauten Bodens, hat purpurne honigre[illegible] halb dieselben von den Bienen häufig [illegible] (Abgeb. ein Theil der Pflanze in na[illegible] vergr.)

Fig. 13. Der Gundermann (Glech[illegible] häufig vorkommende Unkraut-, Schut[illegible] mit wurzelnden Stengeln und Aus[illegible] Blütenzweigen und violett-blauen [illegible] aromatische Blätter zu Kräutersäften [illegible] verwendet werden und ehedem für [illegible] die Schwindsucht galten. (Abgeb. [illegible] in $^1/_3$ nat. Gr., a Blumenkrone, aufge[illegible] beutel von vorn, c von hinten gesehen [illegible] öffnet mit dem Stempel, vergr.)

Fig. 14. Der Rosmarin (Rosmar[illegible] ein in Südeuropa als Unterholz in [illegible] bebuschten Hügeln vorkommender Str[illegible] weißen Blüten und zurückgerollten [illegible] weißfilzigen Blättern. Diese Pflan[illegible] Topfgewächs cultivirt, ihre aromat[illegible] Blüten sind officinell. (Abgeb. ein [illegible] a Blüte, b Kelch mit Frucht, verg[illegible] des Rosmarins sind die zahlreichen [illegible] Salvia, zu denen z. B. die bekannte [illegible]

is) gehört, ein ebenfalls in Südeuropa einheimischer lbstrauch, dessen runzelige Blätter officinell sind. ch wird aus ihnen das wohlriechende Salbeiöl ge- nnen. Auf Wiesen in fast ganz Europa findet sich weilen sehr häufig die früher auch officinell ge- ene, durch große blaue Blumen ausgezeichnete esensalbei (S. pratensis), ein perennirendes ut.

Fig. 15. Der Thymian (Thymus vulgaris), ein ner oft nur handhoher Halbstrauch, welcher in Süd- opa auf dürren sonnigen Hügeln in Menge vor- mmt und als Küchengewürz- und Heilpflanze in ern Gärten häufig angebaut wird. Die Blüten weiß, mit rothen punktförmigen Oeldrüsen bestreut. blühender Zweig in nat. Gr., b Blüte, c Kelch von n dargestellt, um den im Schlund befindlichen Haar- g, welcher der Gattung Thymus eigen ist, sichtbar machen; d Kelch vom Rücken aus gesehen, vergr.) Zur Gattung Thymus gehört auch der Feldkümmel r Quendel (Th. Serpyllum), eine allgemein ver- itete, an trockenen Hügeln und Ackerrainen, sesigen ten u. s. w. wachsende sehr aromatische Pflanze mit nen länglichen Blättern und rothen kopfig zusammen- drängten Blüten. Ihr Kraut ist bekanntlich auch ximell.

Zu den Labiaten gehören ferner: die Pfefferminze entha piperita), die Krauseminze (krausblätterige rietäten verschiedener Menthaarten), das Pfeffer- r Bohnenkraut (Satureja hortensis), der Majoran riganum Majorana), der Ysop (Hyssopus officinalis), e Citronenmelisse (Melissa officinalis und Nepeta taria), der Lavendel (Lavandula Spica), das Ba- lienkraut (Ocimum Basilicum) u. a. m.

Fam. 2. Eisenkrautähnliche Pflanzen (Ver- naceae). Bäume, Sträucher und Kräuter mit gegen- ndigen oder abwechselnden, einfachen oder zusammen- setzten Blättern und in Aehren, Köpfchen, Trauben er Trugdolden gestellten Zwitterblüten. Kelch röhrig, umenkrone meist zweilippig, Staubgefäße gewöhnlich r, zweimächtig, seltener zwei oder fünf, Fruchtknoten nig, mehrfächerig, Steinfrucht oder Beere. — Die rbenaceen gehören fast ganz den Tropenländern an, r wenige kommen in Europa vor, in Deutschland r das gemeine Eisenkraut (Verbena officinalis), e an wüsten Plätzen wachsende, perennirende Pflanze, che früher officinell war. Die in den Gärten so ufig zur Zierde angepflanzten Verbenen sind rietäten der in Südbrasilien und den La-Plata- taaten heimischen V. chamaedrifolia und V. tenera. Taf. 22, Fig. 16. Der Keuschbaum (Vitex Agnus stus), ein schöner in Südeuropa und Nordafrika ild wachsender Strauch mit gegenständigen finger- rmig zusammengesetzten graufilzigen Blättern und asafarbenen Lippenblüten in Quirlähren, wird nicht lten als Ziergehölz in unsern Kalthäusern cultivirt. eine Samen waren früher officinell. (Abgeb. ein übender Zweig in 1/3 nat. Gr., a Blüte in nat. Gr., Blumenkrone, c, d Beere im Längs- und Querschnitt, Samen, vergr.)

Zu den Verbenaceen gehört auch der in Ostindien imische und dort ganze Wälder bildende Teckbaum Tectona grandis), ein sehr groß werdender Baum, essen äußerst hartes und festes Holz für das beste chiffsbauholz gilt.

Fam. 3. Rauhblätterige Gewächse (Asperifoliae). räuter, seltener Halbsträucher und Sträucher, mit ab- echselnden, einfachen, nebenblattlosen gewöhnlich harf- oder rauhhaarigen Blättern und meist in Ährentrauben oder Wickelähren gestellten, seltener lattwinkelständigen Zwitterblüten. Kelch röhrig, Blumenkrone gewöhnlich regelmäßig trichter-, teller- oder radförmig selten zweilippig, Staubgefäße fünf, der Röhre eingefügt, zwischen oder über ihnen oft hohle Gewölbschuppen (fornices), welche den Schlund der Blumenkrone mehr oder weniger verschließen. Fruchtknoten und Frucht wie bei den Labiaten, aber die Narbe kopfförmig, die Nüßchen anders, oft sehr eigenthümlich geformt. Samen meist ohne Eiweiß. — Die Asperifolien, eine große Familie, sind vorzüglich in der gemäßigten Zone beider Hemisphären verbreitet; zwischen den Wendekreisen und in der kalten Zone kommen nur wenige Arten vor. Sie zeichnen sich durch Reichthum an schleimigen Stoffen aus.

Taf. 23, Fig. 1. Der Boretsch oder das Gurkenkraut (Borago officinalis) hat seinen zweiten Vulgärnamen deshalb erhalten, weil seine saftvollen Blätter zerrieben wie frische Gurken riechen und auch gurkenähnlich schmecken, weshalb dieselben auch bisweilen dem Salat beigemengt werden. Der Boretsch ist ein einjähriges, in Südeuropa wild wachsendes, großblätteriges Kraut mit sehr rauhhaarigen Blättern und schönen azurblauen Sternblumen, in deren Mitte die fünf aneinanderliegenden Staubbeutel mit den hornartigen Fortsätzen ihrer Filamente einen dunkelvioletten Kegel bilden, welcher von den weißen Gewölbschuppen umringt ist. (Abgeb. ein blühender Zweig in 1/3 nat. Gr., a ein Blumenkronenzipfel mit einer Gewölbschuppe und zwei Staubgefäßen, b der Schlund der Blumenkrone von unten gesehen, c Staubgefäß, d Nüßchen, vergr.)

Fig. 2. Die Alcannawurzel (Alcanna tinctoria), halbsträuchige Pflanze des Orients und Südeuropas, deren holziges Rhizom einen rothen Farbstoff (Alcannaroth) enthält, welcher zu Schminkefabrikation und Färben benutzt wird. Blüten dunkelblau. (a die ganze Pflanze in 1/3 nat. Gr., b Blüte von der Seite gesehen, c Nüßchen, vergr.)

Zu den Asperifolien gehören ferner von wildwachsenden einheimischen Pflanzen: das Vergißmeinnicht (Myosotis palustris), das Lungenkraut (Pulmonaria officinalis), die Ochsenzunge (Anchusa officinalis), die Hundszunge (Cynoglossum officinale), der Ackersteinsame oder die Bauernschminke (Lithospermum arvense), das Beinwell oder die Schwarzwurz (Symphytum officinale) u. a. m.

Die andern Familien der Nuculiferen (z. B. die Globularieen und Selagineen) können hier nicht berücksichtigt werden.

VII. Ordnung der kapselfrüchtigen Lippenblütler (Labiatiflorae capsuliferae). Unterscheiden sich von den Pflanzen der vorhergehenden Ordnung besonders durch die Frucht, welche bei den meisten eine mehrfamige aufspringende Kapsel, sehr selten eine Beere ist. — Unter den hierher gehörigen Familien sind folgende vier die bemerkenswerthesten.

Fam. 1. Acanthaceen (Acanthaceae). Kräuter und Holzgewächse mit knotig gegliederten Stengeln, gegen- oder quirlständigen Blättern und achsel- oder endständigen Zwitterblüten, welche von einem größern und zwei kleinern Deckblättern gestützt und in Aehren, Trauben oder Büschel gestellt sind. Kelch fünfblätterig, Blumenkrone röhrig, zwei- oder vierlippig. Staubgefäße vier, zweimächtig, nebst einem fünften rudimentären. Aus dem zweifächerigen Fruchtknoten entsteht eine zweifächerige, einsamige, elastisch mit zwei Klappen aufspringende Kapsel. Samen ohne Eiweiß. — Die Acanthaceen bewohnen fast ausschließlich die Tropenländer, nur wenige Arten kommen in der subtropischen und wärmern gemäßigten Zone vor. Zu letztern gehört der auf Taf. 23, Fig. 3 stark verkleinert abge-

bildete weichblätterige Acanthus (Acanthus mollis), eine sehr stattliche, in den Mediterranländern heimische saftvolle Staude mit röthlichweißen Blumen, deren schöngeformte, oft zwei Fuß hoch werdende Wurzelblätter den Bildhauern des antiken Griechenland das Vorbild zu der Blätterverzierung des korinthischen Säulencapitäls gegeben haben. (a Blüte von der Seite gesehen in nat. Gr., b dieselbe von vorn, verkl.)

Den Acanthaceen verwandte Gewächse sind die nur in der heißen Zone vorkommenden Gesneraceen, zu welchen viele schöne Zierpflanzen unserer Warmhäuser und Zimmer gehören, z. B. die formen- und farbenreichen Arten von Gloxinia, Achimenes, Aeschynanthus, Gesnera u. a.

Fam. 2. Bignoniaceen (Bignoniaceae), Bäume und Sträucher häufig mit schlingenden und windenden Stämmen und Aesten, selten Kräuter. Blätter gegen- oder quirlständig, einfach oder zusammengesetzt (gefingert oder gefiedert, oft mehrfach gefiedert), meist rankentragend. Blüten zwitterlich, in gipfel- oder achselständigen Aehren, Trauben, Rispen, seltener einzeln, mit zweilippigem oder zweitheiligem Kelch, kurzröhriger zweilippig-trichterförmiger fünflappiger Blumenkrone, fünf Staubgefäßen, von denen eins meist steril, und einem freien Stempel. Vielsamige, ein- bis vierfächerige, mit Klappen aufspringende Kapsel. Samen zusammengedrückt, meist breit geflügelt, ohne Eiweiß. — Die Bignoniaceen sind ausschließlich Tropengewächse und bilden mit ihren meist prächtig gefärbten Blumen eine charakteristische Zierde der tropischen Wälder. Die meisten wachsen in Amerika. Die artenreichsten Gattungen sind Bignonia (fast lauter Schlingsträucher), Tecoma und Jacaranda.

Taf. 23, Fig. 4. Der Carobenbaum (Jacaranda tomentosa), ein großer schönbelaubter Baum Brasiliens mit prächtigen violetten Blumen von $1^1/_2$ Zoll Länge, soll einer der Bäume sein, von denen das Jacarandaholz (Palissanderholz der Franzosen) abstammt. So viel ist sicher, daß dieses geschätzte Möbelholz aus Brasilien kommt und das Holz von Bignoniaceen ist. (Abgeb. ein Zweig in $^1/_3$ nat. Gr.) — Eine andere bemerkenswerthe Art ist der auch in Deutschland nicht selten angepflanzte Trompetenbaum (Catalpa syringaefolia) aus dem subtropischen Nordamerika, ein stattlicher Baum mit großen herzeiförmigen Blättern und mächtigen Rispen weißer, gelb und roth gefleckter Glockenblumen mit zweilippigem Saume. Die Kapsel hat die Form einer langen Schote.

Fam. 3. Maskenblütler oder braunwurzartige Pflanzen (Personatae oder Scrophularineae). Unterscheiden sich von den vorhergehenden Familien besonders durch den fleischigen Eiweißkörper ihrer Samen. Kräuter und Holzgewächse mit alternirenden, gegen- oder quirlständigen, einfachen, ganzen oder zertheilten Blättern, deren Stiel am Grunde bisweilen in einem nebenblattartigen Fortsatz erweitert ist. Blütenstand und Blütenbau ähnlich wie bei den Bignoniaceen, Blumenkrone meist zweilippig, oft maskirt (s. Taf. 4, Fig. 35) und am Grunde gespornt. Staubgefäße meist vier, zweimächtig, bisweilen mit einem fünften sterilen, selten zwei. Frucht eine zweifächerige, mit Klappen, Zähnen oder Löchern aufspringende, vielsamige Kapsel, selten eine Beere. — Die Scrophularineen, die größte Familie dieser Ordnung, sind über die ganze Erde verbreitet, jedoch am häufigsten in der wärmern gemäßigten Zone beider Hemisphären. Diese Familie enthält zahlreiche Gift- und Arzneipflanzen, auch hat sie eine Menge schönblühender Ziergewächse geliefert.

Taf. 23, Fig. 5. Die Königskerze (Verbascum Thapsus). Stattliche Staude mit einfachem rechten Stengel, welcher sammt den [illegible] herablaufenden Blättern mit einem dicken [illegible] weißen Filz bedeckt ist und in eine [illegible] dicht zusammengedrängter Blüten endet. [illegible] ($1—1^1/_2$ Zoll breit) goldgelb, Staubfäden [illegible] Länge, die drei kürzern weißwollig, die [illegible] kahl. Wächst an sonnigen, steinigen, [illegible] Mittel- und Südeuropa. (Abgeb. Stu[illegible] den Stengels in $^1/_2$ nat. Gr., a Blume [illegible] Gr., b ein kürzerer, c ein längerer Staub[illegible] d Kelch in nat. Gr.) — Häufiger [illegible] forme und V. phlomoides an ähnlich[illegible] Von allen dreien werden die Blumen [illegible] den Blumen anderer Kräuter (Lungenkraut, [illegible] schlüssel) zu sogenanntem „Brustthee" [illegible] des dicken wolligen weichen Filzes werden [illegible] auch „Wollkräuter" genannt.

Fig. 6. Das Gnadenkraut (Gratiola [illegible]) eine in Wassergräben, an Fluß- und [illegible] sumpfigen Wiesenstellen in Mittel- und [illegible] wachsende, doch nicht häufige Gift- und [illegible] mit gelben, weißgelben oder gelbröthlichen [illegible] blumen, welche einen viertheiligen zweilippigen [illegible] haben und nur zwei Staubgefäße entwickeln. [illegible] Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., b, c Staubgefäße [illegible] und hinten, d Stengel, e Blumenkrone [illegible] vergr.).

Fig. 7. Der rothe Fingerhut (Digitalis purpurea), bekannte Gift-, Arznei- und Zierpflanze [illegible] waldigen Bergen in Mittel- und Südeuropa [illegible] massenhaft in Nadelwäldern des Oberharzes. [illegible] zweijährig ist (a, b ganze Pflanze in [illegible] c Staubgefäß, vergr.; d Kelch und Stempel [illegible] Gr., e Kapsel im Querschnitt, f Samen [illegible] schnitt, vergr.).

Fig. 8. Das Sumpfläusekraut (Pedicularis palustris), ein in Sümpfen, an überschwemmten [illegible] stellen und Teichufern wachsendes Kraut [illegible] saftigen Stengeln und Blättern und [illegible] blumen, enthält in allen Theilen einen [illegible] welcher dem Rindvieh, wenn es die Pflanze [illegible] geblich Blutharnen verursachen soll (abgeb. [illegible] Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr., links oben [illegible] Kelch, geöffnet). — In Wäldern auf [illegible] desgleichen auf moosigen und moorigen [illegible] kommt ebenso häufig das um die Hälfte [illegible] im Moos wachsende Waldläusekraut [illegible] vor, welches ähnliche Eigenschaften besitzt [illegible] der sehr zahlreichen Arten der Gattung [illegible] Hochgebirgspflanzen, darunter wahre [illegible] Alle besitzen fiederschnittige Blätter [illegible] seltener gelbe oder gelbweiße Blüten [illegible]

Fig. 9. Der breitblätterige Ehrenpreis (Veronica Teucrium). Die artenreiche Gattung [illegible] ist durch radförmige Blumenkronen mit [illegible] lappigem Saume und blos zwei Staubgefäßen [illegible] durch eine zusammengedrückte am Scheitel [illegible] gerandete Kapsel ausgezeichnet. Die [illegible] bald einzeln in den Blattwinkeln, bald [illegible] Aehren und Trauben, welche entweder [illegible] oder aus den Winkeln der obern Stengelblätter [illegible] springen. Zu den Arten der letztern [illegible] die hier in $^1/_2$ nat. Gr. abgebildete, [illegible] nigen bebuschten Hügeln (besonders [illegible] in Mittel- und Südeuropa vorkommend [illegible] officinell war. Sie hat, wie die meisten [illegible] blaue Blumen und ist ausdauernd (a [illegible] Stempel, vergr.). — Verschiedene [illegible] Mitteleuropas und Asiens mit [illegible]

ngeln und langen blütenreichen endständigen Trau- (V. longifolia, tubiflora, incana u. a.) sind beliebte pflanzen unserer Gärten geworden.

zu den Personaten gehören ferner: das Garten- enmaul (Antirrhinum majus), eine sehr häufig Zierde angebaute südeuropäische Pflanze mit großen purrothen, weißen oder gescheckten Maskenblumen; Leinkraut oder der Frauenflachs (Linaria garis), überall wildwachsend, mit großen gelben ge- nten Maskenblumen; die verschiedenen in Wäldern, Wiesen und Aeckern vorkommenden Arten von chtel- oder Kuhweizen (Melampyrum), und die ppertopf oder Pfennigkraut (Rhinanthus), die euchten Orten, Flußufern u. s. w. wachsende Braun- rz (Scrophularia nodosa), die als Zierpflanzen be- ten Pantoffelblumen (Arten von Calceolaria, erikanische theils einjährige, theils Holzgewächse) viele andere exotische Zierpflanzen des freien Lan- und der Gewächshäuser.

Fam. 4. Sommerwurzartige (Orobancheae). marotzergewächse mit meist einfachen Stengeln, welche häutigen oder fleischigen Schuppenblättern besetzt und meist in eine Aehre oder Traube von Zwit- blüten mit mehrblätterigem oder tief gespaltenem ch und röhrig-zweilippiger Blumenkrone endigen. nbgefäße vier, zweimächtig, Kapsel vielsamig, Samen n, eiweißhaltig. Die Orobancheen ernähren sich n den Säften anderer Pflanzen, an deren Wurzeln ihrigen sich anhaften. Sie haben, wie alle echten hmarotzer, keine grüne, sondern bleich braun, röth-, bläulich u. s. w. gefärbte Stengel und Blätter d sind der Mehrzahl nach durch die gemäßigte Zone nördlichen Halbkugel verbreitet.

Taf. 23, Fig. 10. Die röthliche Sommerwurz robanche rubens), eine in Deutschland auf Kalk- en ziemlich verbreitete, auf blauem und gelbem ernerlee schmarotzende Pflanze mit braunem Stengel röthlichgelben Blumen. (Abgeb. die ganze Pflanze ½ nat. Gr., a Kelch mit Deckblättern und Stempel, . Gr.)

Fig. 11. Die Schuppenwurz (Lathraea Squa- ria), ein fleischiges, in schattigen Laubwäldern vor- mendes, fast ganz unter dem abgefallenen Laub grabenes Gewächs, welches im ersten Frühling blüht purpurne Blumen in einseitigen mit häutigen blichweißen Deckblättern dicht besetzten Aehren trägt. engel und Wurzelstock bleich, letzterer dicht mit schigen dachziegelständigen Schuppen bekleidet. (Abgeb. ganze Pflanze in ⅓ nat. Gr., a Blumenkrone ge- net, schwach vergr.; b Kelch mit der Kapsel, c diese ein, e aufgesprungen, nat. Gr.; d Stempel, f Staub- tel, vergr.)

VIII. Ordnung der Röhrenblütler (Tubiflorae). äuter, Sträucher, Bäume mit meist alternirenden fachen nebenblattlosen Blättern und mit gewöhnlich elmäßigen Zwitterblüten, welche aus einem fünf- ligen, selten fünfblätterigen Kelch und einer röhrigen, chter-, glocken- oder tellerförmigen Blumenkrone be- en, in deren Röhre die Staubgefäße (in der Regel f) eingefügt sind. Fruchtknoten oberständig mit em Griffel; Frucht eine vielsamige Kapsel oder ere, selten eine Steinfrucht. Samen mit den Keim schließendem Eiweißkörper. — Die wichtigsten Fa- lien sind folgende zwei:

Fam. 1. Windengewächse (Convolvulaceae). äuter oder Halbsträucher, oft mit Knollen und win- nden Stengeln, selten Sträucher oder Bäume, Blät- ganz oder gelappt, oft pfeil- oder spießförmig, lüten einzelnstehend oder in Trauben, Dolden, Riss- n, mit Deckblättern, welche bisweilen dem Kelch an- gewachsen sind; Kelch stehenbleibend, meist getheilt, Blumenkrone trichterförmig oder röhrig, vor dem Auf- blühen meist gefaltet-zusammengedreht. Fruchtknoten auf hypogynischer nektarabsondernder Scheibe. Kapsel zwei- bis vierfächerig, mit ein- bis zweisamigen Fächern, bisweilen nicht aufspringend, trocken. — Die Winden- gewächse sind vorzüglich in der heißen, nur wenige in der gemäßigten Zone zu Hause. Sie enthalten fast alle einen milchigen Saft und in ihren Wurzeln und Knollen einen drastisch purgirend wirkenden Stoff, weshalb einige zu Arzneipflanzen geworden sind. Zu diesen gehört die auf

Taf. 23, Fig. 14 abgebildete Jalape (Ipomaea Purga), eine in feuchten Gebirgswäldern Mexicos wachsende Knollenpflanze mit prächtig purpurrothen Trichterblumen, deren schwarzbraune bis faustgroße Knollen einen heftig purgirend wirkenden Milchsaft enthalten. (Abgeb. ein Theil der blühenden Pflanze, a ein Knollen in ½ nat. Gr., b Narbe vergr., c Querschnitt des Knollens, verkl.) Verschiedene nord- und südamerikanische, meist einjährige Arten der Gat- tung Ipomaea mit hochschlingenden Stengeln und prächtigen großen azurnen, blauen und violetten Blu- men werden als Trichterwinden in unsern Gärten angebaut. Dagegen gehört die ebenfalls sehr häufig gebaute, aus Südeuropa stammende dreifarbige Winde (Blumen groß, blau mit weißem Schlund und gelber Röhre) zur Gattung Convolvulus (C. tricolor). Eine Art dieser Gattung ist auch die überall als Un- kraut unter Getreide und an wüsten Plätzen wachsende Ackerwinde (C. arvensis). Zu den Windengewächsen gehört endlich auch die in den Tropenländern und auch hin und wieder in Südeuropa angebaute Batate (Batatas edulis), deren längliche mehlreiche zuckerhaltige Knollen gekocht wie Kartoffeln genossen werden.

Eine mit den Convolvulaceen verwandte kleine Familie ist die der Flachseideartigen (Cuscuteae), welche aus lauter Schmarotzergewächsen mit fadenför- migen bleichen blattlosen Stengeln und in Knäueln stehenden kleinen fleischigen Blüten von meist bleicher Farbe besteht. Eine durch ganz Europa verbreitete Art, die gemeine Flachsseide (Cuscuta Epilinum), kommt häufig auf Flachsfeldern vor, wo sie durch Um- schlingen und Aussaugen der Flachspflanzen bisweilen nicht unbeträchtlichen Schaden verursacht.

Fam. 2. Tollkrautartige (Solanaceae). Kräuter und Holzgewächse mit wässerigem Saft, abwechselnden nebenblattlosen einfachen ganzen oder federtheiligen Blättern und meist regelmäßigen Zwitterblüten, welche bald in begrenzte Inflorescenzen (Scheindolden, Wickel- trauben, Rispen), bald einzeln gestellt sind. Letztere, wie auch ganze Blütenstände sind oft seitenständig und zwar bald neben dem Blattwinkel stehend, bald durch Scheinachsenbildung blattgegenständig. Kelch meist stehen bleibend, oft nach der Blütezeit sich vergrößernd und dann später die Frucht mehr oder weniger umhüllend, Blumenkrone rad-, glocken-, trichter- oder präsentir- tellerförmig. Staubbeutel mit Spalten oder einem endständigen Loch aufspringend, bisweilen zusammen- geneigt oder verklebt (scheinbar einbrüderig). Stengel am Grunde häufig von einem unterständigen Diskus umgeben, aus zwei Fruchtblättern gebildet, wirklich oder scheinbar vierfächerig, mit centralem öfters gabel- theiligen Samenträger, viele Samenknospen enthaltend. Frucht eine zwei- bis vierfächerige Kapsel oder Beere, erstere verschieden aufspringend; Samen zahlreich mit hornigem Eiweiß und einwärts gekrümmtem oder geboge- nem Keim. — Die Solanaceen sind zwar über die ganze Erde verbreitet, doch vorzugsweise in den Tropenländern, besonders Amerikas heimisch. Dort kommen viele

strauch- und selbst baumförmige Arten vor, oft mit sehr stacheligen Blättern und Aesten. Alle enthalten in allen oder nur in bestimmten Theilen giftige Alkaloide von narkotischer Wirkung.

Taf. 24, Fig. 1. Die Tollkirsche (Atropa Belladonna), die gefährlichste Giftpflanze Mitteleuropas, ist eine perennirende Staude, welche zuletzt wegen Verholzung der Achsen oft wie ein Strauch erscheint, mit paarweis gestellten Blättern, braunvioletten Glockenblumen und im reifen Zustande glänzendschwarzen Beeren von der Größe einer Vogelkirsche, deren rothsaftiges Fleisch die giftige Substanz, das Atropin, welches ein kräftig wirkendes Heilmittel geworden ist, in reichlichster Menge enthält. Wächst in schattigen Wäldern auf fettem namentlich kalkhaltigen Boden, besonders in Gebirgsgegenden. (Abgebildet ein Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., a Blüte in nat. Gr., b, c Beere etwas verkleinert.)

Fig. 2. Die Beißbeere (Capsicum annuum), einjährige im tropischen Amerika heimische Pflanze mit weißen Blüten und länglichen reif trockenen scharlachrothen Beerenfrüchten, welche zu Pulver gerieben den rothen spanischen oder Cayenne-Pfeffer liefern. Wird in Südeuropa, namentlich in Spanien, desgleichen in Ungarn, wo die Frucht „Paprika" heißt, im großen Maßstabe angebaut. (Abgeb. ein Theil der Pflanze in $^1/_7$ nat. Gr.; a und b junge Frucht im Längs- und Querschnitt, in nat. Gr.)

Fig. 3. Das Bittersüß (Solanum Dulcamara), ein an feuchten Orten, Ufern zwischen Gebüsch, auf hohlen Kopfweiden u. s. w. vorkommendes, durch fast ganz Europa verbreitetes Holzgewächs mit krautigen, fast schlingenden, rankenartigen Aesten und Zweigen, kahlen glänzend grünen Blättern, violetten Blumen mit gelben Staubbeuteln und ovalen scharlachrothen Beeren. Das Holz alter Stämmchen entwickelt beim Zerbrechen einen Geruch nach Mäuse-Urin (weshalb die Pflanze in manchen Gegenden „Mäuseholz" genannt wird), die jungen mit erst bitter dann süß schmeckender Rinde versehenen Sprossen sind als Stipites Dulcamarae officinell. — Das Bittersüß gehört zu der großen Gattung Solanum (man kennt über 900 Arten, von denen die meisten im tropischen Amerika ihre Heimat haben), welche sich durch seitenständige gestielte, gabeltheilige Trugdolden auszeichnet und theils aus Kräutern, theils aus mitunter stacheligen Sträuchern und Bäumen besteht. Zu ihr gehören die unter dem Namen Tollkräuter bekannten einheimischen, als Schutt- und Unkrautpflanzen auftretenden Arten (Solanum nigrum mit schwarzen, S. villosum und miniatum mit hellrothen, S. humile mit wachsgelben Beeren), ferner die Kartoffel (S. tuberosum) und der Liebesapfel oder die Tomatenpflanze (S. Lycopersicum), beide aus Südamerika stammend u. a. m. (Abgeb. ein Zweig des Bittersüß in $^1/_2$ nat. Gr., a Beere, quer durchschnitten, vergr.)

Fig. 4. Das schwarze Bilsenkraut (Hyoscyamus niger), zweijährige, an Wegen, auf Schutt, fettem Boden, Flußufern u. s. w. in ganz Mitteleuropa zerstreut vorkommende Giftpflanze mit fetten, von Drüsenhaaren klebrigen Blättern, gelblichweißen, violett netzaderigen, im Schlunde schwarzvioletten Blumen und büchsenförmigen, im ausgewachsenen Kelch eingeschlossenen Kapseln, die sich mit einem runden Deckel öffnen und zahlreiche Samen enthalten. Das übelriechende Kraut ist officinell. (Abgeb. die ganze Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., a Blume in nat. Gr., b Kapsel, verkl.)

Fig. 5. Der gemeine Stechapfel (Datura Stramonium), findet sich an ähnlichen Orten wie die vorhergehende Pflanze, wird wol auch der großen schön weißen Blumen halber zur Zierde [illegible] jährig, wird mehrere Fuß hoch, [illegible] theilig und bringt bis 2 Zoll lange, [illegible] kraut stachelige, vielsamige Kapseln [illegible] am Scheitel mit vier Klappen [illegible] prismatische grüne Kelch springt nach [illegible] Grunde ringförmig ab. Auch diese [illegible] zeitig eine gefährliche Gift- und [illegible] pflanze. (Abgebildet ein Zweig in [illegible]

Fig. 6. Der Virginientabak (N. [illegible] cum), eine in Deutschland häufig [illegible] stammt, wie alle Arten der Tabak[illegible] tropischen Amerika und zeichnet sich [illegible] zugespitzte Blätter, deren Seitenrippen [illegible] Winkel von der Mittelrippe ausgehen [illegible] traubig angeordnete Blüten mit bel[illegible] grünlicher Röhre aus. Die Früchte [illegible] Arten von Nicotiana, eine mit Klappen [illegible] Kapsel. (Abgeb. ein Blütenzweig [illegible] a ein Blatt, verkl.; b eine Blume [illegible] c Kapsel, aufgesprungen, verkl.; d [illegible] dieser auf einem großen Theil der [illegible] gebauten Art liefern sowol die feinsten [illegible] die ordinärsten pfälzer Tabacke. [illegible] Bauerntabak (N. rustica), eine [illegible] kurzröhrigen gelblichgrünen Blumen, [illegible] gebaut. Zu dieser Art gehören die [illegible] ungarischen Tabacke.

IX. Ordnung der Saumblütler. Unterscheiden sich von den Röhrenblütlern [illegible] Schlunde der meist regelmäßigen [illegible] gefügten Staubgefäße, welche gewöhnlich [illegible] monadelphisch verwachsen sind. Frucht [illegible] dig, ein- bis mehrfächerig, Frucht [illegible] frucht, Beere oder Steinfrucht. Samen [illegible] ohne Eiweiß. Unter den zahlreichen [illegible] Ordnung sind die folgenden besonders [illegible]

Fam. 1. Primelartige (Primulaceae) [illegible] oder ausdauernde, dann mit einem [illegible] weilen knolligen Stock versehene Pflanzen [illegible] wässerigen Saft, einfache nebenblattlose [illegible] regelmäßig gebildete, selten fast [illegible] blüten mit meist fünf Staubgefäßen [illegible] oder halb mit dem Kelch verwachsenen [illegible] Stempel besitzen, aus dessen einfächerigem [illegible] sich eine einfächerige vielsamige Kapsel [illegible] freien Samenträgern und eiweißhaltigen [illegible] Die Primulaceen sind entweder stengelständigen gebüschelten oder rosettenständigen und nackten Blütenschäften (z. B. [illegible] schlüsseln), oder treiben einen beblätterten [illegible] bald alternirenden, bald gegen- [illegible] Blättern (z. B. bei Lysimachia und [illegible] sind durch die gemäßigte Zone [illegible] lichen Halbkugel verbreitet.

Taf. 23, Fig. 12. Das gebräuchliche Schlüsselkraut (Primula officinalis), mit goldgelben wohlriechenden Blumen [illegible] nem Kelch, schmückt allein oder in [illegible] fast geruchlosen großen H. (P. elatior) [illegible] pflanze der zahllosen Primelsorten [illegible] die Wiesen im Beginn des Frühlings [illegible] beider Arten werden zu Thee gebraucht [illegible] tung Primula gehört auch das in den [illegible] Aurikel (P. Auricula), dessen wilde [illegible] gelbe Blüten hat. (Abgeb. eine [illegible] P. officinalis in $^1/_3$ nat. Gr.; a [illegible] selbe aufgeschnitten, vergr.; c [illegible] Gr., d Stempel, vergr.)

Fig. 13. Das Alpenveilchen

stengelloses Knollengewächs von giftigen aber mit schön purpurrothen, sehr wohlumen von eigenthümlichem Baue, wächst n in den Alpen und Voralpen sehr häufig ich eine beliebte Topfzierpflanze geworden. ganze Pflanze in 1/2 nat. Gr., a Schlundumenkrone mit Staubgefäßen, b, c Staubempel mit Kelch, e aufgesprungene Kapsel, n im Längsschnitt, mit dem Samenträger,

Enzianartige (Gentianaceae). Untervon den Primulaceen, mit denen sie habiet manche Aehnlichkeit haben, vorzüglich eilappige Narbe des Griffels und die zwar rige aber mit zwei Klappen (selten gar ingende Kapsel mit randständigen Samen- Kräuter und Stauden, selten Sträucher, m bittern Saft, gegen- oder rosettenstän- abwechselnd gestellten nebenblattlosen, d ganzrandigen Blättern und meist end- ständigen Trugdolden oder einzeln stehenden lch meist frei und stehenbleibend, Blumen- glocken- oder trichterförmig, Staubgefäße Verbreitung wie bei den Primulaceen.

Fig. 7. Der gelbe Enzian (Gentiana stattliche, an kräuterreichen Stellen der nderer Hochgebirge Mitteleuropas wachsende großen der Länge nach gefalteten Grund- einem einfachen Stengel, welcher in eine raube gelber Blüten endigt, steht bei allen ohnern als Heilpflanze in großem Ansehen. der fleischige Wurzelstock (Radix Gentianae Die Blütenquirle sind von je zwei gegenlättern umhüllt und voneinander getrennt. Blütentraube in 1/2 nat. Gr., b Grund- Theil des Wurzelstocks, sehr verkl.)

Der blaue Wiesenenzian (Gentiana the), eine auf sumpfigen moorigen Wiesen Europa vorkommende Pflanze mit einfachen malen Blättern und großen blauen Trichwar ehedem auch officinell. (Abgeb. die Stengels in 1/2 nat. Gr.)

Gentianeen gehört auch das heilkräftige ildenkraut (Erythraea Centaurium) und - oder Fieberklee (Menyanthes trifoliata). n Sümpfen wachsend, ist durch die dreiläter und die weißen Blüten mit zierlich Blumenkronenlappen ausgezeichnet.

Apocyneen (Apocynaceae). Bäume, seltener Kräuter mit meist milchigem Saft, quirlständigen, nebenblattlosen, einfachen n Blättern und meist trugdoldig angeordn einzeln stehenden regelmäßigen Zwitterstaubbeutel der Narbe anhängend, mit oft geformtem Mittelband. Fruchtknoten aus nten oder verwachsenen Blättern bestehend, beide verbindenden Griffel, welcher nach oerdickt und sonst verschiedenartig gestaltet öhnlich mit einer kurz zweispaltigen Narbe ucht selten kapsel- oder beerenartig, gewöhnlich mit einem Haarschopf versehene, eiweißhaltige nschließen. — Die Apocyneen gehören fast ch den Tropenländern an, nur wenige kommer gemäßigten Zone vor. Der Milchsaft giftig.

Fig. 9. Der Oleander (Nerium Oleander), mergrüner, bei uns allgemein als Topfzierzogener Strauch des südlichen Europa und Afrika, wo er gleich unsern Weiden an Flußufern in Menge wächst. Die großen rosenrothen (bisweilen weißen) Blumen hauchen einen starken betäubend (narkotisch) wirkenden Wohlgeruch aus, der Milchsaft ist scharf giftig. (Abgeb. eine Zweigspitze in 1/2 nat. Gr., a Stempel, b Staubgefäße, c Samen vergr.)

Fig. 10. Das Winter- oder Sinngrün (Vinca minor), immergrünes Holzgewächs mit krautigen kriechenden, rankenförmigen Stengeln, lederartigen Blättern und im Frühling sich entwickelnden, einzelnstehenden, zarten blauen Blumen, wächst in Mitteleuropa auf steinigem Boden unter Gebüsch und in Wäldern und wird häufig als Zierpflanze in Gärten und auf Gräbern cultivirt. Ist als herba Pervincae officinell. (a die ganze Pflanze in 1/3 nat. Gr., b Blüte im Längsschnitt in nat. Gr., c Staubgefäß, d Stempel, e Frucht, vergr.)

Fam. 4. Schwalbenwurzähnliche (Asclepiadeae). Unterscheiden sich von den Apocyneen, denen sie am nächsten stehen, durch die zu wachsartigen Pollinarien vereinigten Pollenkörner und den scheibenartigen voluminösen Narbenkösher, welcher die Spitzen der beiden vollkommen getrennten aus je einem Carpellarblatt bestehenden Stempel verbindet. An den fünf Ecken des Narbenkörpers sind an Drüsen (retinacula) je zwei gestielte Pollinarien angeheftet, die zu zwei benachbarten zweifächerigen Staubbeuteln gehören, deren Mittelband nach oben in einen Fortsatz ausläuft. Staubfäden in eine Röhre verwachsen, Schlund der Blumenkrone mit einem Kranz Nebenkronenblätter versehen. Frucht und Samen wie bei den Apocyneen. — Die Asclepiadeen enthalten meist auch einen weißen, oft giftigen Milchsaft und sind zum Theil Sträucher und Kräuter mit schlingenden Achsen. Sie wachsen ebenfalls vorzugsweise in den warmen Ländern.

Taf. 24, Fig. 11. Die Seidenpflanze (Asclepias syriaca). Schöne, im Orient heimische, in unsern Gärten häufig zur Zierde gebaute Staude mit bismannshoch werdenden Stengeln und hellpurpurrothen Blüten in dichter endständiger Dolde. (Abgeb. Ende des Stengels in 1/3 nat. Gr., a Blüte von der Seite in nat. Gr., b Staubgefäße, c Same, vergr.) — Zu den Asclepiadeen gehört auch die beliebte Wachs- oder Porzellanblume (Hoya carnosa) aus dem tropischen Asien.

Den Asclepiadeen und Apocyneen verwandt ist die ganz tropische Familie der Loganiaceen, zu denen der Krähenaugenbaum (Strychnos Nux vomica) gehört, dessen Samen die äußerst giftigen Brechnüsse oder Krähenaugen (nuces vomicae) sind. Der Saft verschiedener anderer Strychnosarten wird von den Indianern Guianas zur Bereitung des berüchtigten Curare-Pfeilgiftes mit verwendet.

Fam. 5. Oelbaumgewächse (Oleaceae). Holzgewächse mit wässerigem Safte, gegenständigen einfachen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern, in Trauben oder Rispen gestellten regelmäßigen Zwitterblüten, welche aus einem vierspaltigen stehenbleibenden Kelch, einer viertheiligen trichter-, präsentirteller- oder glockenförmigen Blumenkrone, zwei Staubgefäßen und einem Stempel bestehen und eine Steinfrucht, Beere oder Kapsel zur Frucht haben. Samen wenige, mit Eiweiß. — Bewohnen die gemäßigte und tropische Zone.

Taf. 24, Fig. 12. Der gemeine Oelbaum, Olivenbaum (Olea europaea), ein in allen am Mittelländischen Meer liegenden Ländern, besonders in Griechenland, Italien, Südfrankreich, Spanien und Portugal allgemein cultivirter immergrüner Baum von zweifelhaftem Vaterlande, aus dessen kleinen gelblichweißen Blüten sich kirschen- oder pflaumenförmige, reif

schwarze Steinfrüchte entwickeln, deren saftiges grünes Fleisch das bekannte Baum- oder Olivenöl liefert. Wird sehr alt, liefert ein schönes sehr dauerhaftes Nutzholz. (Abgeb. ein blühender und ein fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., a Blüte von oben, b Kelch mit Stempel, vergr.; c Frucht in $^1/_2$ nat. Gr., d im Querschnitt.) — Zu den Oleaceen gehören der Ligister (Ligustrum vulgare) und die verschiedenen überall als Ziergehölze angebauten Syringen oder türkische Hollunder (Syringa vulgaris, persica, chinensis).

Fam. 6. Jasminartige (Jasmineae). Unterscheiden sich von den Oleaceen durch den fünfspaltigen Kelch und die fünflappige Blumenkrone, sowie durch die andere Richtung der Samen und Beschaffenheit des Sameneiweißes. Blätter meist zusammengesetzt (dreizählig oder unpaarig gefiedert), selten einfach. Sonst stimmen sie mit den Oleaceen überein. Sie sind der Mehrzahl nach im tropischen Asien zu Hause.

Taf. 24, Fig. 13. Der echte Jasmin (Jasminum officinale), ein aufrechter Strauch mit wohlriechenden weißen Blumen, war früher officinell, wird häufig in Gewächshäusern gezogen. Der gemeine oder unechte Jasmin gehört zu einer ganz andern Familie (s. Saxifragaceen). (Abgeb. ein Blütenzweig in nat. Gr.)

Fam. 7. Ebenholzartige (Ebenaceae). Immergrüne Bäume und Sträucher der tropischen, subtropischen und wärmern gemäßigten Zone mit hartem schweren Holz, abwechselnden nebenblattlosen einfachen ganzrandigen Blättern, meist eingeschlechtigen Blüten und beeren- oder kapselartigen, meist nur wenige eiweißhaltige Samen umschließenden Früchten.

Taf. 24, Fig. 14. Die Dattelpflaume (Diospyros Lotus), ein baumartig werdender, in Nordafrika und dem südlichsten Europa vorkommender Strauch, mit sauern doch eßbaren Beeren, wird für den Lotos der Lotophagen Homer's gehalten. (a männlicher Zweig in $^1/_6$ nat. Gr., b weibliche, c männliche Blumenkrone, aufgeschnitten, vergr.) — D. Ebenum, Ebonaster, Melanoxylon und andere in Ostafrika und Ostindien einheimische Arten liefern das Ebenholz.

Fam. 8. Sapotaceen (Sapotaceae). Immergrüne Bäume und Sträucher der Tropengegenden mit weichem, Milchsaft enthaltendem Holze, abwechselnden nebenblattlosen einfachen Blättern, achselständigen regelmäßigen Zwitterblüten und mehrfächerigen wenigsamigen Beeren. Samen eiweißhaltig.

Taf. 24, Fig. 15. Der Guttaperchabaum (Isonandra Gutta), auf Borneo und Celebes zu Hause, ein großer schöner Baum mit weißen Blüten, liefert die bekannte Guttapercha, welche aus dem Milchsaft gewonnen wird. (Abgeb. ein blühender Zweig in $^2/_3$ nat. Gr., a eine geöffnete Blüte, c Stempel, vergr.; c junge Frucht, b Frucht im Querschnitt, vergr.)

Fam. 9. Styraceen (Styraceae). Glatte oder mit Sternhaaren bedeckte Bäume und Sträucher des tropischen Asien und Amerika, zum Theil auch in der wärmern gemäßigten Zone vorkommend, mit abwechselnden nebenblattlosen einfachen ganzrandigen oder gesägten Blättern und regelmäßigen einzelnstehenden oder traubig angeordneten, blattwinkelständigen Blüten, aus denen sich Steinfrüchte mit eiweißhaltigen Samen entwickeln. Alle besitzen aromatische Benzoësäure enthaltende Harze.

Taf. 24, Fig. 16. Der Benzoëbaum (Styrax Benzoïn oder Benzoin officinale), ein auf den Molukken heimischer Baum, liefert das wohlriechende Benzoëharz. (Abgeb. ein blühender Zweig, stark verkl.; a Blüte, b Frucht in nat. Gr.)

Dritte Unterklasse.

Dialypetalae, Dikotyledonen mit getrennt blätteriger Blumenkrone.

(Tafel 25—30.)

I. Ordnung der Schirmträger (Umbraciflorae). Gewächse mit schirmförmig angeordneten (in Tabellen Trugdolden, Köpfchen gestellten) Blüten, welche einem unterständigen Fruchtknoten, einem entgegengesetzt rudimentären Kelch, 4, 5, 10 oder mehr auf einer peri- oder epigynischen Scheibe eingefügten Blumenblättern und Staubgefäßen und ein oder zwei Griffeln bestehen. Frucht eine Beere, Stein- oder Spaltfrucht. Samen mit den Keim umschließendem Eiweiß.

Fam. 1. Hartriegelartige (Corneae). Bäume und Sträucher, seltener Kräuter, mit gegenständigen nebenblattlosen, einfachen, ganzrandigen Blättern, regelmäßigen, in von Hüllblättern umgebene oder nackten Köpfchen und Trugdolden gestellten Zwitter- oder geschlechtigen Blüten, vier Kelchzähnen, Blumenblättern und Staubgefäßen und meist beerenförmigen Steinfrüchten mit zwei- bis dreifächerigem Kern. — Gemeinde der gemäßigten und kalten Zone der nördlichen Erdkugel.

Taf. 25, Fig. 2. Der Kornelkirschenbaum (Cornus mas), ein in Mittel- und Südeuropa heimisch, häufig als Zier- und Obstbaum angebautes, gemeinlich strauchförmiges Holzgewächs, welches seine gelben, in verhüllte Köpfchen gestellte Blüten im Frühling vor dem Laubausbruch entwickelt und eßbare zollange im Herbst reifende und dann schön rothe Steinfrüchte mit säuerlichsüßem gemischten Fleische hervorbringt. Das sehr harte Holz wird dem sehr ähnlichen des überall in Wäldern wild vorkommenden Hartriegels (C. sanguinea: Blüten in flachen zusammengesetzten nach dem Laubausbruch aufblühenden Trugdolden, Steinfrüchte beerenartig schwarz) von den Uhrmachern zum hölzernen Räderwerk der Wanduhren sehr gesucht. (a Zweig in nat. Gr., zwei Blütenköpfchen, b Blüte, vergr.; c Frucht, vergr.)

Fig. 3. Der schwedische Hartriegel (Cornus suecica), eine niedliche kleine, in Nordeuropa und noch in Norddeutschland vorkommende kranzartige Pflanze mit kriechendem Rhizom, besitzt schwarzrothe von weißen rothgeaderten Hüllblättern umgebene Blüten und kugelige scharlachrothe süße Früchte. (a ganze Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüte, c Kelch mit Stempel, vergr.; d Früchte in nat. Gr., e Frucht, im Querschnitt, vergr.)

Fam. 2. Araliaceen (Araliaceae). Bäume und Sträucher, selten perennirende Kräuter, erstere oft mit stacheligen, wol auch kletternden Klammerwurzeln versehen, widelnden Achsen. Blätter abwechselnd, selten gegenständig, ohne Nebenblätter, meist gestielt, mit handförmig gelappter Fläche, oft auch vielfach zusammengesetzt; Blätter regelmäßig, zwitterlich oder kleinblütig in nackten oder verhüllten Köpfchen, Dolden, Trugdolden, mit ganzem oder gezähntem Kelchsaum, fünf, zehn und mehr Staubgefäßen und Blumenblättern und einem Griffel. Frucht beerenartig, selten trocken, mit 2, 4, 5, 7, 8, 12 Fächern und Samen. — Gemeinde der tropischen und subtropischen Zone, einige auch der gemäßigten Nordamerika, Nordasien und Europa.

Taf. 25, Fig. 1. Der Epheu (Hedera Helix), der einzige Repräsentant der Araliaceen in Europa, ist ein immergrüner kletternder Strauch, welcher ein sehr hohes Alter erreicht und bekanntlich an schattigen Mauern, Felsen und Baumstämmen emporklettert und selbst alte ganz überzieht. Nur alte Pflanzen blühen, und diese haben an den blütentragenden Zweigen ungelappte, eiförmige

nblatt ähnlich geformte Blätter. Blüten grünlich, ren schwarz. Das Holz der alten bisweilen über sechs l starken Stämme ist sehr fein, hart und schwer, bräunlicher Farbe. (a blühender Zweig in 1/3 . Gr., b Blüte, c Staubgefäße und Stempel, vergr.; e Beere in nat. Gr., f Steinkern, vergr.)

lus dem Mark einer in Japan und China vor- meuden baumartigen Araliacee (Aralia papyrifera) iten die Japanesen und Chinesen ihr berühmtes denpapier.

jam. 3. Doldengewächse (Umbelliferae). Kräu- selten Halbsträucher und Sträucher, erstere mit tigen, oft gestreiften oder gefurchten, zwischen den ten hohlen Stengeln und Aesten. Blätter ab- hselnd mit scheidigem, stengelumfassendem Stiel (Blatt- scheide oft bauchig aufgetrieben, weißhäutig, bis- len sehr groß), einfach, aber selten ganz, meist er- oder handförmig gelappt, zertheilt, zerschnitten, scheinbar vielfach zusammengesetzt. Blüten meist ämäßig und zwitterlich, klein, gewöhnlich in eine mmengesetzte Dolde gestellt, ausnahmsweise in gdolden, Köpfchen, Knäuel geordnet; Blütenstände oder ohne Hüllblätter. Fruchtknoten mit dem i Griffel tragenden Griffelpolster bedeckt, am Rande f Kelchzähne oder einen schmalen Kelchsaum tragend, menblätter und Staubgefäße fünf, miteinander wechselnd. Frucht bei der Reife vertical in zwei lsten (Theilfrüchte, Maricarpien) spaltend, welche öhnlich von einem nach oben in zwei Schenkel ge- ltenen Stiel (Fruchtträger, carpophorum) getragen rden (Taf. 25, Fig. 4 d). Jede Theilfrucht ist an nach außen gekehrten Fläche (Rückenfläche) mit ni Haupt- und vier dazwischen befindlichen Nebenrip- n (juga primaria und secundaria) versehen (Fig. 4 e), lche bald blos als Linien oder erhabene Streifen, ld als häutige Flügel (z. B. die Nebenrippen bei serpilium, Fig. 11), bald als Stachelreihen (Fig. d) ausgebildet erscheinen. Innere Fläche (Rath) er jeden Theilfrucht meist eben. Hier und unter Zwischenräumen der Rippen (in den Thälchen) mit matischen Gummiharz erfüllte Kanäle (Oelstreifen, lae), welche als matt glänzende dunkle Striche durch Fruchtwand hindurchschimmern (Fig. 5 g, 8 d). de Theilfrucht enthält einen Samen mit großem weißkörper und wird von einer Hälfte des Griffel- fters gekrönt. — Die Doldengewächse bilden eine größten und natürlichsten Familien und sind über ganze Erde verbreitet, jedoch in der gemäßigten ne der nördlichen Halbkugel am häufigsten. Sie fallen nach Decandolle in 3 Unterfamilien und Gruppen. Neben den in den Früchten niemals lenden, bisweilen auch in andern Theilen enthaltenen mmiharzen kommen bei einigen giftige Alkaloide, andern und zwar in den Wurzeln oder Rhizo- n reichliche Mengen von Stärke und nahrhaftem hleim vor.

Taf. 25, Fig. 4. Der gemeine Fenchel (Foeni- lum vulgare), eine zweijährige in Südeuropa hei- sche, in Deutschland oft angebaute Pflanze mit hell- linen in haarförmige Zipfel zerschnittenen Blättern d gelben Blüten, deren Stengel bisweilen Mannshöhe erreicht. Die graugelben, eigentümlich süßlich würzhaft schmeckenden und riechenden Früchte werden s Gewürz und zu Heilzwecken (Thees, Wässern) nutzt. (a Stengelgipfel, b Wurzel in 1/3 nat. Gr., Blüte, dreimal vergr.; d aufgesprungene Frucht drei- al, e Querschnitt durch die eine Hälfte, fünfmal rgr.) — Dem Fenchel ähnlich ist der Dill (Anethum graveolens), von jenem durch die ringsherum schmal geflügelte Frucht unterschieden.

Fig. 5. Der Wasserschierling (Cicuta virosa), eine in fast ganz Europa in Teichen, Wassergräben und Sümpfen wachsende Staude mit rübenförmigem fleischigen, inwendig gefächert hohlem Rhizom, dickem bläulich bedufteten Stengel, runden hohlen Blattstielen, doppelt- fiederschnittigen Blättern, weißen Blüten und länglichen gerippten Früchten. Die grundständigen Blätter sind sehr groß, oft gegen zwei Fuß lang. Die ganze Pflanze ist sehr giftig, namentlich aber der gelbliche süße Schleim der Fächer des Wurzelstocks, welcher angeblich zur Bereitung des berüchtigten Schierlingstranks der alten Griechen verwendet worden sein soll. (a blühender Stengeltheil, b grundständiges Blatt, c Wurzelstock, senkrecht durchschnitten, in 1/3 nat. Gr.; d Blüte, e junger Fruchtknoten, viermal vergr.; f aufgesprungene Frucht in nat. Gr., g Querschnitt dreimal vergr.)

Fig. 6. Der Gartenschierling, die Gleiße oder Hundspetersilie (Aethusa Cynapium), gemeines Unkraut, auf Gartenbeeten, Schutt, an Wegen wachsend, ist eine sehr giftige Pflanze, welche um so gefährlicher werden kann, als sie oft unter der Petersilie wächst und mit dieser dann leicht verwechselt wird. Der Gartenschierling, eine einjährige Pflanze, unterscheidet sich von der stets zweijährigen Petersilie durch die feiner zertheilten, glänzend dunkelgrünen Blätter, welche zwischen den Fingern gerieben einen knoblauchartigen Geruch entwickeln, sonst geruchlos sind, durch die weißen Blüten und die nur zur Hälfte ausgebildeten aus drei herabhängenden linealen Blättchen bestehenden Hüllchen unter jedem Döldchen. (a Blütenzweig, Blatt und Wurzel in 1/3 nat. Gr., b Blüte, c junge Frucht, dreimal vergr.; d aufspringende Frucht, e Theilfrucht im Querschnitt, stärker vergr.)

Fig. 9. Der gefleckte Schierling (Conium maculatum), eine zweijährige, an steinigen Orten unter Gebüsch, auch auf humosem Boden an Hecken, auf Schutt u. s. w. in fast ganz Europa vorkommende, ebenfalls sehr giftige Pflanze ist an den dunkelblutrothen Flecken des gefurchten Stengels und der Aeste und namentlich an den wellig gekerbten Rippen der kugelig-eiförmigen Früchte zu erkennen. Die Stengel werden bis mannshoch, die Blätter sind dreifach fiederschnittig, bisweilen fein zertheilt, die Blüten weiß, die Dolden mit Haupt- und Nebenhüllen versehen. Ist zugleich eine heilkräftige Arzneipflanze. (a, b Stengelstücke in 1/3 nat. Gr., c Wurzel, vertl.; d Frucht, doppelt vergr.; e Querschnitt einer Theilfrucht, dreimal vergr.) — Sehr häufig werden der zwiebelige Kälberkropf (Chaerophyllum bulbosum), eine unschädliche Pflanze, deren fleischige Wurzel neuerdings durch die Cultur zu einer wohlschmeckenden Rübe (Körbelrübe) geworden ist, und der Taumel-Kälberkropf (Chaer. temulum), eine allerdings auch giftige Pflanze, wegen der rothen Flecken ihrer Stengel für den Schierling gehalten. Beide unterscheiden sich durch die langgestreckten glatten Früchte.

Fig. 7. Der Anis (Pimpinella Anisum), einjährige, häufig im kleinen angebaute, im Orient heimische weißblühende Pflanze, deren aromatisch-süß schmeckenden graugrünen Früchte als Gewürz und Arzneimittel gebraucht werden. (a ganze Pflanze in 1/4 nat. Gr., b Blüte, c Frucht, d dieselbe im Querschnitt, sechsmal vergr.) — Mit dem Anis verwandt ist der überall auf trockenen Wiesen wachsende Bibernell (P. Saxifraga), welcher sich durch die ausdauernde Wurzel, die nicht dreitheiligen, sondern fiedertheiligen Grundblätter und die nicht süßen Früchte von der vorigen Art unterscheidet.

Fig. 8. Der Stinkasant (Narthex Asa foetida) Das unter dem Namen Asafötida oder Teufelsdreck

bekannte abscheulich stinkende Gummiharz wird durch verschiedene Doldengewächse der zwischen dem Kaspischen Meer, Aralsee und Persien befindlichen Wüsten producirt, unter denen Scorodosma foetidum und die abgebildete Pflanze die Hauptrolle spielen. Beide sind höchst stattliche, oft über mannshohe Stauden mit gewaltigen fleischigen Rhizomen, aus deren stinkendem Milchsaft das genannte Gummiharz vorzugsweise gewonnen wird. Scorodosma hat eingeschlechtige, Narthex dagegen Zwitterblüten von gelblicher Farbe. (a die ganze Pflanze, sehr verkleinert; b ein Theil des Stengels in $^1/_3$ nat. Gr., c Blüte, d junge Frucht, vergr.; e Querschnitt durch die Frucht, stärker vergr.)

Fig. 10. Die Mohrrübe oder Möhre (Daucus Carota), bekannte, allgemein angebaute Nährpflanze, welche auch überall auf Aeckern, behautem Boden, Schutt wild wächst (die wilde Pflanze hat eine schmächtige holzige Wurzel), und sich durch fiederspaltige Hüllblättchen und weichstachelige Früchte auszeichnet. Man baut sie in vielen Varietäten und Sorten. (a blütentragender Stengeltheil, b Wurzel mit Grundblättern, c ein Theil der Wurzel in $^1/_3$ nat. Gr., d eine halbe Frucht, f eine querdurchschnittene Fruchthälfte, g eine Blüte, viermal vergr.; e der Fruchtträger, dreimal vergr.)

Fig. 11. Frucht des breitblätterigen Laserkrautes (Laserpitium latifolium), einer perennirenden, in Laubwäldern Mitteleuropas wachsenden, früher officinellen Pflanze, die sich durch die in breite Flügel ausgedehnten Nebenrippen der Früchtchen auszeichnet (Fig. viermal vergr.).

Zu den Doldengewächsen gehören ferner die Petersilie (Petroselinum sativum), der Sellerie (Apium graveolens), der Koriander (Coriandrum sativum), der Pastinak (Pastinaca sativa), die Zuckerwurzel (Sium Sisaron), der Kümmel (Carum Carvi), die Engelwurz (Archangelica officinale), das Liebstöckel (Levisticum officinale), der Kerbel (Anthriscus Cerefolium) u. a. m.

II. Ordnung der Gehörntfrüchtigen (Corniculatae). Früchte (Kapseln oder Beeren) von den stehenbleibenden oft verhärteten Griffeln gekrönt, Fruchtknoten halb- oder ganz unterständig oder auch ganz oberständig, Samen mit fleischigem, den Keim umschließendem Eiweiß. — Holzgewächse und Kräuter mit meist nebenblattlosen abwechselnden, seltener gegenständigen, einfachen oder fiederförmig zusammengesetzten Blättern und regelmäßigen Zwitterblüten.

Hierher gehören die Familien der Steinbrechgewächse (Saxifragaceae), Pfeifenstrauchartigen (Philadelpheae) und Johannisbeerartigen (Ribesiaceae). Die beiden erstern haben eine verschieden gebaute mehrsamige Kapsel, die letztern eine mehrsamige breierfüllte Beere zur Frucht. Zu den Saxifrageen gehört die auf

Taf. 25, Fig. 12 in $^1/_2$ nat. Gr. abgebildete eichenblätterige Hortensie (Hydrangea quercifolia), ein in Gärten eingepflanzter nordamerikanischer Strauch, der sich durch seine weißen Blumen und durch die fiederspaltigen Blätter von der bekannten aus China und Japan eingeführten gemeinen oder Gartenhortensie (Hydrangea hortensis) unterscheidet. Bei allen Arten von Hydrangeen kommen zweierlei Blüten in den schirmförmigen Trugdolden vor, kleine fruchtbare Zwitterblüten mit zehn Staubgefäßen und fünf Blumenblättern (Fig. 12 a vergr., b Stempel im senkrechten Durchschnitt, stark vergr.), und große geschlechtslose mit vierlappigem corollinischen Kelchrande.

Zu der Familie der Philadelpheen gehört der S. 62 erwähnte unechte Jasmin (Philadelphus coronarius und grandiflorus). Alle Pfeifensträucher haben gegenständige Blätter, vier Blumenblätter und viele Staubgefäße.

Fig. 15. Die gemeine Johannisbeere (Ribes rubrum), bekannter, überall angepflanzter, in Mitteleuropa hier und da in Wäldern (ob wirklich wild?) vorkommender Strauch mit schlaff herabhängenden lockern Trauben grünlicher Blüten, aus denen die hellroth, bald fleischroth, bald weiß gefärbten Beeren entstehen. (a blühender Zweig, b Fruchttraube in $^1/_2$, nat. Gr., c Blüte, d Staubgefäß, e Stempel, vergr., f Beere im Durchschnitt, nat. Gr.; g Samenkern im Längsschnitt, vergr.) — Zu der Gattung Ribes gehören ferner: die schwarze Johannisbeere (R. nigrum), ein in sumpfigen Wäldern des nördlichen Mitteleuropa wild wachsender und auch oft in Gärten angebauter Strauch mit bisamartig duftenden und eigenthümlich aromatisch schmeckenden schwarzen Beeren und der Stachelbeerstrauch (Ribes Grossularia), welcher bekanntlich einzeln stehende Blüten und Beeren trägt und mit Stacheln bewaffnet ist.

III. Ordnung der saftvollen Pflanzen (Succulentae). Kräuter und Holzgewächse mit kurzen dicken saftvollen Blättern, oft auch Stämmen und Zweigen und mit meist regelmäßigen Zwitterblüten, welche mit dem oft fleischigen Blütenboden verwachsenen und blätterigen Kelch, drei bis viele Blumenblätter und Staubgefäße und einen oder mehrere Stempel haben, aus denen Kapseln, Balgfrüchte oder Beeren hervorgehen.

Fam. 1. Dickblätterige (Crassulaceae). Kräuter und Sträucher mit zerstreuten, bisweilen gegenständigen rosettenständigen einfachen, gewöhnlich ganzrandigen Blättern und meist in Trauben oder Trugdolden gestellten zwitterlichen selten eingeschlechtigen Blüten, welche meist fünf Kelchblumenblätter und Fruchtknoten, sowie 10 Staubgefäße selten mehr oder weniger (bis 20) besitzen und vielsamige meist getrennte, selten in eine mehrfächerige Kapsel vereinigte Balgfrüchte hervorbringen. Keim im Eiweiß eingeschlossen. — Die Crassulaceen sind über die gemäßigte und subtropische Zone bieder Hemisphären verbreitet und besonders am Cap der guten Hoffnung und auf den Canarischen Inseln reichlich vertreten.

Taf. 25, Fig. 13. Die gemeine Fettenne (Sedum Telephium). Die artenreiche Gattung Sedum zerfällt in Arten mit kleinen schmalen (linienförmig walzigen, lugeligen) und mit großen breiten Blättern. Erstere, welche meist viele sterile Stengel neben den verlängerten blütentragenden hervortreiben, werden „Mauerpfeffer" genannt (die verbreitetste Art der gemeine Mauerpfeffer, Sedum acre, an Felsen, mauern, an Felsen u. s. w. in dichten Polstern wachsend), letztere „Fettbennen". Diese treiben oft Ausläufer, aber keine oder nur wenige sterile Stengel. Blüten meist weißlich, seltener gelb oder roth gefärbt. Sie stehen in schirmförmigen zusammengesetzten Trugdolden. S. Telephium, die gemeinste Art, wächst häufig auf Aeckern und an felsigen Orten; ihre Blätter dienen wie Portulak benutzt werden. (a, b eine ganze Stengelspitze in $^1/_2$ nat. Gr., c Blüte, d Staubgefäß, e Stempel im Durchschnitt, f Samen, g derselbe durchschnitten, vergr.) Die Arten von Sedum haben fünf Kelch- und Blumenblätter und Stempel und gewöhnlich zehn Staubgefäße.

Fig. 14. Funk's Hauswurz (Sempervivum Funkii), eine in den österreichischen Alpen an Felsen wachsende Pflanze mit hellrothen Blüten. Die Gattung Sempervivum unterscheidet sich von Sedum durch andern durch 10—20 Kelch- und Blumenblätter und

o oder doppelt so viele Staubgefäße; ihre zahl-
n sterilen Triebe treten immer als Blattrosetten
Die verbreitetste Art ist die früher officinell ge-
e, auf Lehmmauern, selbst auf Rohrdächern, aber
an Felsen wachsende, ebenfalls roth blühende
eine Hauswurz (S. tectorum), deren zungen-
ge dicke Blätter in der Volksheilunde als kühlen-
Mittel bei Wunden und entzündeten Hautstellen
endet zu werden pflegen. (a Semp. Funkii in
at. Gr., b Durchschnitt durch eine Blüte zweimal
., c stärker vergr.)
m. 2. Cactusgewächse (Cacteae). Holzgewächse
ropischen und subtropischen Amerika mit eigenthüm-
oft sehr merkwürdig gestalteten (kugeligen, kürbis-,
igen-, band-, säulenförmigen, einfachen oder ver-
ten, gegliederten oder ungegliederten) Stämmen,
e gewöhnlich mit stern- oder büschelförmigen Stacheln
t sind und, wenige Arten ausgenommen, der Blätter
hren. Stämme und Aeste fleischig-saftig, erst im
verholzend, mit grüner Oberhaut umkleidet. Blüten
nstehend, sitzend oder kurz gestielt, knospenförmig
den Zweigen oder dem Stamme hervorbrechend,
zwitterlich und regelmäßig, oft groß und prachtvoll,
vielblätterigem corollinischen Kelch, vielblätteriger
enkrone, vielen Staubgefäßen und einem Stempel.
t beerenartig, vielsamig, Samen ohne Eiweiß.
f. 26, Fig. 1 zeigt eine Gruppe mexicanischer
en, und zwar links an der Felswand einen
onencactus (Echinocactus), neben der Wand
Säulencactus (Cereus) dahinter eine india-
e Feige (Opuntia coccinellifera). Von diesem
s, auf dessen aus breiten fleischigen Gliedern be-
nden Aesten die werthvolle Cochenille-Schild-
s (Coccus Cacti) lebt, zeigt Fig. 2 ein Glied mit
lüten in $^1/_2$ nat. Gr. Die Blüten sind gelb.
andere mexicanische Art, die gemeine india-
e oder Wundfeige (Opuntia vulgaris) wird in
Mittelmeerländern zu Hecken benutzt und kommt
auch verwildert vor. Ihre süßen, äußerlich aber
stacheligen Früchte werden allgemein gegessen, ihre
ig-saftigen Blattzweige zerschnitten auf Wunden
Kühlung aufgelegt. Sie wird auch bei uns häufig
Topfgewächs gezogen.
g. 3. Der Schlangencactus (Cereus hexagonus),
südamerikanische Art mit großen feuerrothen Blu-
(a ein Stachelstern, vergr.).
den Succulanten gehören ferner die Familien
Zicoideen und der Portulakartigen (Portu-
eae). Pflanzen der erstgenannten Familie sind die
blumigen Zaserblumen (Mesembryanthemum),
Mehrzahl am Cap zu Hause ist, und der neu-
ländische Spinat (Tetragonia expansa). Außer
gemeinen als Suppenkraut geschätzten Portulak
(Portulaca oleracea), einer südeuropäischen Pflanze, hat
Gattung Portulaca, desgleichen Calandria, schön-
ige Zierpflanzen geliefert. Auch der in Quito
nische, knollentragende Ulluk (Ullucus tuberosus),
welchem man ein Surrogat für die Kartoffel ge-
en zu haben glaubte, gehört zu den Portulacaceen.
. Ordnung der Kelchblütler (Calycanthae).
ter, selten strauchartige Gewächse, mit regelmäßigen
zwitterlichen Blüten, deren Kelchröhre mit dem
erständigen Fruchtknoten verwachsen ist und an ihrer
ze (im Schlunde des verwachsenblätterigen Kelchs)
Blumenblätter und Staubgefäße trägt. Frucht eine
amige nicht selten schotenförmige Kapsel oder eine
rsamige Beere, selten eine ein- bis wenigsamige
artige Schließfrucht. Unter den hierher gehörigen
milien verdient hier blos erwähnt zu werden die
Familie der Nachtkerzenartigen (Onagrarieae).

Meist Kräuter mit gegen- oder zerstreutständigen, nebenblattlosen einfachen Blättern und theils einzeln gestellten (blattwinkelständigen), theils ährig oder traubig gruppirten, gewöhnlich ansehnlichen und lebhaft gefärbten Blüten, welche 2—4 Kelchabschnitte, vier kreuzweis gestellte Blumenblätter, vier oder acht freie Staubgefäße und einen fadenförmigen Griffel mit vier Narben am Ende besitzen. Kapsel oder Beere, selten Nuß. Samen ohne Eiweiß. — Sind über die ganze Erde zerstreut, jedoch am häufigsten im gemäßigten Nordamerika. In Europa ist diese Familie besonders durch zahlreiche Arten der Gattung Weidenröschen (Epilobium), und durch einige Arten von Nachtkerzen (Oenothera) vertreten.

Taf. 26, Fig. 4. Die schneeglöckchenblütige Fuchsie (Fuchsia galanthiflora), schöne, hier in $^1/_3$ nat. Gr. abgebildete Zierpflanze mit rothem Kelch und weißer Blumenkrone, ist ein durch die Kunst englischer Gärtner erzeugter Bastard. Die meisten Zierfuchsien sind Varietäten oder Bastarde der in Chile heimischen F. coccinea, welche ursprünglich scharlachrothe Kelch- und Blumenblätter besitzt. Alle Fuchsien stammen aus Südamerika und tragen saftige beerenartige mehrsamige Früchte.

Verwandt mit den Onagrarieen und den nur aus Wasserpflanzen bestehenden Haloragieen ist die merkwürdige Gattung der Wassernüsse (Trapa), welche nach einigen eine besondere Familie (Trapaceae) bilden muß. Fig. 5 zeigt die europäische, in Deutschlands Seen und Teichen sehr verbreitete und daselbst oft massenhaft auftretende Wassernuß (Trapa natans). Die mit ihren flach ausgebreiteten Blättern auf dem Wasser schwimmende Pflanze hat an dem langen fadenförmigen untergetauchten Stengel haarförmig federschnittige Blätter, die man lange Zeit irrigerweise für Wurzeln gehalten hat, während die dicken lederartigen Schwimmblätter in der Mitte aufgetriebene und daselbst hohle (als Schwimmblasen dienende) Stiele haben. Aus den Fruchtknoten der kleinen unscheinbaren Blüten entsteht eine sehr hartschalige, mit vier spitzen Hörnern versehene, einem vierarmigen Anker vergleichbare Nuß mit eßbarem wohlschmeckenden Kern. (a ganze Pflanze, sehr verkl.; b Stempel und Staubgefäß, c Blüte, vergr.; d Nuß im Verticalschnitt, e dieselbe von der Seite gesehen, in $^1/_2$ nat. Gr.)

V. Ordnung der Myrtenblütigen (Myrtiflorae). Bäume und Sträucher mit gegen-, auirl- oder wechselständigen, einfachen, ganzrandigen Blättern, ohne oder mit abfallenden Nebenblättern und mit regelmäßigen Zwitterblüten, welche aus einem unterständigen, mit dem hohlen Blütenboden und dem Kelchrohr verwachsenen Fruchtknoten, einem mehrspaltigen Kelchsaume, einer mehrblätterigen Blumenkrone, zahlreichen oft polyadelphischen Staubgefäßen und einem Griffel bestehen. Frucht vom Kelchsaum, oft auch vom Griffel gekrönt, zwei- bis vielfächerig, kapsel- oder beerenartige Samen ohne Eiweiß. — Folgende Familien dieser Ordnung sind besonders bemerkenswerth:

Fam. 1. Granatbäume (Granateae). Bäume mit in Dornen auslaufenden Aesten und nebenblattlosen Blättern. Blüten endständig, gebüschelt, groß, mit 5—7 Blumenblättern, welche sammt den zahlreichen freien Staubgefäßen auf dem Rande des kreiselförmigen lederartigen, den Fruchtknoten umschließenden hohlen Blütenbodens eingefügt sind, mit dem der in 5—7 Lappen geschiedene hochgefärbte Kelch verwachsen ist. Frucht apfelförmig, vom Kelch gekrönt, mit lederartiger Schale, inwendig durch dünne verticale und horizontale Scheidewände in Fächer abgetheilt, an deren Wandungen sehr zahlreiche Samen mit dicker glasiger Fleischhülle in-

einandergepreßt sitzen. Einzige Gattung: Punica, im tropischen Amerika heimisch.

Taf. 26, Fig. 6. Der gemeine Granatapfelbaum (Punica Granatum), ein durch brennend scharlachrothe Blumen und große röthliche Früchte mit eßbaren Samen ausgezeichneter Baum oder Strauch, wird in Südeuropa als Obstbaum, bei uns als Ziergehölz in Gewächshäusern cultivirt. Die Blumen und Fruchtschalen sind officinell. (a ein blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Längsschnitt durch den Fruchtknoten in $^1/_2$ nat. Gr., c Griffel, vergr.; d, e Frucht im Längs- und Querschnitt in $^1/_3$ nat. Gr., f Keim im Querschnitt, vergr.)

Fam. 2. Myrtenartige (Myrtaceae). Immergrüne Holzgewächse mit meist nebenblattlosen lederartigen, gewöhnlich von Oeldrüsen punktirt aussehenden, ganzrandigen Blättern und meist achselständigen, in Aehren, Trauben, Büschel, Doldentrauben, seltener einzeln gestellten Blüten, welche aus drei, fünf oder sechs oft gefärbten, bald freien bald zu einem abfallenden Deckel verwachsenen Kelchblättchen, ebenso vielen Blumenblättern, zahlreichen oft polyadelphischen Staubgefäßen und einem Griffel mit kopf- oder schildförmiger Narbe zusammengesetzt sind. Frucht nuß-, kapsel- oder beerenartig. — Die durch ätherische Oele und Gerbstoffe ausgezeichneten Myrtaceen bilden eine sehr große Familie, welche vorzugsweise die Tropenländer Amerikas und Neuhollands bewohnt, übrigens in der ganzen tropischen und suptropischen Zone beider Hemisphären zahlreiche Vertreter hat. Einzelne Arten kommen auch in Südeuropa, Nordamerika und dem antarktischen Südamerika vor.

Taf. 26, Fig. 7. Der Gewürznelkenbaum (Caryophyllus aromaticus), auf den Molukken heimisch und jetzt in Ost- und Westindien allgemein angebaut, liefert die Gewürznelken (d. h. die noch nicht aufgeblühten oder auch abgeblühten Blüten), aus denen das Nelkenöl bereitet wird. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Spitze des Fruchtknotens mit einem Bündel Staubgefäße in nat. Gr., c Blumenblatt, vergr.; d Längsschnitt durch eine abgeblühte Blüte, in nat. Gr.; e Querschnitt durch den Fruchtknoten, f Staubgefäße, vergr.)

Fig. 8. Der Paranußbaum (Bertholletia excelsa), ein Riesenbaum der Urwälder Guayanas und Nordbrasiliens, liefert die als amerikanische oder Paranüsse in den Handel kommenden dreikantigen hartschaligen Nüsse, welche einen mandelartig schmeckenden ölreichen Kern besitzen und nichts anderes als die Samen der bis Mannskopf großen, dickschaligen, holzigen Deckelfrucht sind. (a eine halbirte Kapsel mit den darin steckenden Samen in $^1/_4$ nat. Gr., b Samen, c derselbe im Querschnitt, d Samenkern in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fig. 9. Die gemeine Myrte (Myrtus communis), ein in Südeuropa und Nordafrika an Flußufern und feuchten, sumpfigen Orten wachsender Strauch, welcher auch baumartig wird, trägt einzelnstehende weiße Blüten und braunschwarze Beeren. Die Brautmyrte ist eine kleinblätterige Varietät, welche selten wild vorkommt, desto häufiger aber als Topfgewächs cultivirt wird. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Staubgefäß, d Same im Durchschnitt, vergr.; c Frucht in nat. Gr.)

Fig. 10. Der Cajeputbaum (Melaleuca Cajeputi), ein auf den Molukken wachsender Baum, aus dessen Blättern das officinelle Cajeputöl bereitet wird. Die Blüten sind weiß, die Früchte erbsenförmige vielsamige mit drei Klappen aufspringende Kapseln. (Abgeb. ein blühender und fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., a Blüten in nat. Gr., b Kelch, c Querschnitt des Fruchtknotens, vergr.)

Zu den Myrtaceen gehören ferner die Antillen heimische Eugenia Pimenta, deren trocknete Beeren als Neumürz in Handel kommen, das auf Ceylon wachsende Syzygium phyllatum, dessen Rinde den Nelkenzimt, der neuholländische Eucalyptus resinifera, dessen Saft das australische Kino bereitet etc. Die Früchte vieler Arten sind in den Tropen als Obst geschätzt (namentlich diejenigen von Eugenia pyriferum und pomiferum in Westindien), der Arten von Metrosideros ist wegen ihrer ordentlichen Härte als Eisenholz berühmt.

VI. Ordnung der Rosenblütigen. Bäume, Sträucher und Kräuter mit meist wechselnden und gewöhnlich von Nebenblättern begleiteten einfachen, seltener zusammengesetzten Blättern, meistmäßigen Zwitter-, selten eingeschlechtigen Blüten, gewöhnlich eine fünfblätterige Blumenkrone und zahlreiche freie Staubgefäße besitzen, die sämmtlich oder zum Theil mit Blumenblättern am Rande eines bald flachen, bald tiefen oder hohlen, mit dem Kelch verwachsenen Becher oder Kelchtubus eingefügt sind. Stempel meist zahlreich, selten einziger; Frucht sehr verschieden, Samen ohne Nabelstrang.

Fam. 1. Apfelfrüchtige (Pomaceae). Bäume und Sträucher mit abwechselnden, einfachen oder unpaarig gefiederten Blättern und freien oder bald abfallenden Nebenblättern. Blüten in endständigen Doldentrauben oder Trugdolden, selten einzeln, meist mit einem hohlen als unterständiger Scheinkelch auftretenden Blütenboden, welcher die 5 bis 15 fächerige Fruchtknoten umschließt, zu dem sich das Centrum der Blumen einnehmende Receptaculum der Frucht (Apfelfrucht, pomum) mit dem Kelch (die verdickte Wandung der hohlen Blütenachse) weder ein- bis mehrsamige Kapselfächer oder fünf einsamige Steinkerne umschließend, oder bleibenen Kelch gekrönt. — Die Pomaceen, mehrmäßigten und sub-tropischen Zone der nördlichen Halbkugel zu Hause. Zu ihnen gehören manche Obstbäume (die Apfel- und Birnbäume, Aronia, Pyrus von unbekannter Herkunft, aber wahrscheinlich aus Asien stammend, sowie die Quitte, Cydonia, die Mehlsäßchen- oder Weißdornarten, Cratægus u. a. m.

Taf. 26, Fig. 11. Der Quittenbaum (Cydonia vulgaris), ein meist als Strauch, selten als Baum auftretendes Gewächs, welches in Kreta heimisch sein soll, an der Ostsee wildert vorkommt und häufig als Obstbaum gezogen wird. Blätter ganzrandig, unterseits wollig, groß, weiß, Frucht groß apfel- oder birnförmig (Apfelquitte und Birnquitte), filzig, goldgelb, sehr wohlriechend, aber frisch ungenießbar, mit holzigen, vielsamigen Kapselfächern. Samenschale schleimig (Quittenschleim). Die Quittensamen sind officinell. (a blühender Zweig, c Frucht im Längsschnitt, in $^1/_3$ nat. Gr.; b Blüte in $^1/_2$ nat. Gr.) — Zur Zierde wird häufig die Japanische Quitte (Cydonia japonica) in Gärten als Spalierstrauch im ersten Frühling noch vor dem Laubausbruch mit purpurrothe Blüten entwickelnder Strauch am besten am Spalier gezogen gedeiht.

Fig. 12. Der Eberesche-, Elsbeer- oder Pielbeerbaum (Sorbus aucuparia), bekannter durch ganz Mittel- und Nordeuropa verbreiteter Waldbaum mit unpaarig gefiederten Blättern, käseartig duftenden, in zusammengesetzten Doldentrauben gestellten Blüten und beerenförmigen, herbsauern Früchten mit 3 bis 5 Kapselfächern. (a blühender Zweig in

Frucht, verkl.; c, d dieselbe im Längs- und Querschnitt in nat. Gr., e, f Längs- und Querschnitt durch den Samen, vergr.)

Fig. 13. Der Weiß-, Mehl- oder Hagedorn (Crataegus Oxyacantha), ein durch fast ganz Europa verbreiteter, oft zur Zierde angebauter oder zu lebenden Hecken benutzter Strauch, welcher auch zu einem kleinen Baum zu werden vermag, mit dornigen oder dornspitzigen Zweigen, fiederspaltigen Blättern, weißen Blüten und länglichen rothen, zwei bis drei Steinkerne enthaltenden Früchten (Mehlsäpfchen), deren mehlige Fleischhülle genießbar ist, aber fade schmeckt. (a, b nackte und blütentragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., Knospe, d Blüte, e Frucht in nat. Gr.) — Fast ebenso häufig ist der eingriffliche Weißdorn (C. monogyna), von voriger Art fast nur durch blos einen Griffel und durch einkernige Früchte verschieden. Von dieser häufiger zu einem Baume werdenden Art hat man in den Gärten Formen mit einfachen und gefüllten pfirsichrothen Blüten. Außerdem werden viele nordamerikanische und asiatische Arten von Crataegus Sträucher und Bäume, als Ziergehölze cultivirt.

Fig. 14. Der Mispelstrauch (Mespilus germanica), in nicht allein in Deutschland, sondern in beinahe ganz Mittel- und Südeuropa in Gebüschen vereinzelt vorkommender und in manchen Gegenden auch häufig angebauter Strauch mit einzelnen Dornen, länglichen weichhaarigen ganzrandigen Blättern und einzeln stehenden weißen Blüten, bringt von dem ausgewachsenen Kelch gekrönte kreiselförmige, reif gelbbraune Früchte hervor, welche, wenn sie einen Frost bekommen oder lange gelegen haben, teigig werden und dann genießbar, von säuerlich-süßem Geschmack sind. Sie enthalten fünf Steinkerne. (a Frucht, b dieselbe im Längs-, c im Querschnitt, in $^2/_3$ nat. Gr.)

Fam. 2. Rosengewächse (Rosaceae). Kräuter und Sträucher mit abwechselnd gestellten, bald einfachen oder selten ganzen, meist hand-, finger- oder fiederförmig zertheilten, bald unpaarig gefiederten, dreizähligen oder fingerförmigen Blättern und an den Blattstiel angewachsenen Nebenblättern. Blüten zwitterlich, selten eingeschlechtig, in Trugdolden, Doldentrauben, Rispen oder einzeln, endständig, mit meist fünf, selten bis acht Kelch- und Blumenblättern und vielen, selten wenigen freien Staubgefäßen. Stempel meist viele, im Centrum oder Grunde des scheiben-, becher- oder krugförmigen (hohlen) Blütenbodens, bisweilen auf einer centralen Kugel-, kegel- oder kugelförmigen Verlängerung desselben (z. B. bei Geum) sitzend, mit einfächerigem Fruchtknoten und einem Griffel. Einsamige Nüßchen oder ein- bis vielsamige Balgkapseln. — Die Rosaceen bilden eine große Familie, deren Arten so ziemlich über die ganze Erde verbreitet, jedoch vorzüglich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel zu Hause sind.

Taf. 26, Fig. 15. Die Kussopflanze (Brayera anthelmintica), deren gedörrte Blüten in neuerer Zeit als ein schätzbares Mittel zum Abtreiben des Bandwurms bekannt geworden sind, ist ein in Abessinien wachsendes baumartig werdendes Holzgewächs mit unpaarig fiederschnittigen Blättern und in große Rispen zusammengedrängten ziemlich kleinen hellgrünen Blüten. (a ein Seitenzweig einer endständigen Rispe in $^1/_3$ nat. Gr., b eine Blüte von oben gesehen, mit ihren Deckblättern, dreimal vergr.; c Blüte im Längsschnitt, stärker vergr.)

Taf. 27, Fig. 1. Die Hundsrose (Rosa canina). Alle Rosen besitzen einen unterständigen von dem krugförmigen, kugeligen oder flaschenförmigen Blütenboden gebildeten Scheinfruchtknoten, welcher aber nicht wie bei den Pomaceen oben verwachsen ist, sondern eine Oeffnung besitzt, aus welcher die Griffel der in dem hohlen Blütenboden eingeschlossenen zahlreichen Stempel hervorragen (b). Aus diesem Scheinfruchtknoten entsteht die Hagebutte oder Rosenfrucht, welche bei der Hundsrose stets scharlachroth ist. Diese Rosen, deren sehr wohlriechende Blüten bald hellrosenroth bald fast weiß sind und deren schlanke Wurzelschossen allgemein zum Oculiren mit andern Rosen genommen werden, ist durch ganz Europa verbreitet und durch gekrümmte breitgedrückte Stacheln ausgezeichnet. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Längsschnitt durch eine Blüte, etwas vergr.; c Stempel vergr.)

Zu den Rosaceen gehören ferner: die Himbeere (Rubus idaeus), die Brombeerarten (verschiedene Arten von Rubus), die Erdbeeren (verschiedene Arten von Fragaria), die Nelkenwurz (Geum urbanum), die Fingerkräuter (Potentilla), die Spierstauden und Spiersträucher (Spiraea), die Goldnessel (Kerria japonica) u. a. m.

Fam. 3. Mandelbaumartige (Amygdalaceae). Unterscheiden sich von den Rosaceen dadurch, daß die Blüte nur einen Stempel enthält, welcher im Grunde der verschieden geformten Kelchröhre (richtiger des röhrigen Blütenbodens) befestigt ist, und durch die einkernige Steinfrucht, welche sich aus dem Fruchtknoten entwickelt. Kelch fünfspaltig, Blumenblätter fünf, sammt den zahlreichen Staubgefäßen auf einen den Schlund der Kelchröhre auskleidenden Ring eingefügt. — Die Mandelgewächse, lauter Sträucher und Bäume mit abwechselnden einfachen ganzen Blättern und abfallenden Nebenblättern, sind der Mehrzahl nach durch die gemäßigte und subtropische Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet. Zu ihnen gehören alle unsere Steinobstarten.

Taf. 27, Fig. 2. Die gemeine Traubenkirsche (Cerasus Padus), ein in Mittel- und Nordeuropa an Ufern und in feuchten Laubwäldern wachsender und oft zur Zierde angepflanzter Baum oder Strauch, ist durch die langen Blütentrauben von den echten Kirschen, bei denen die Blüten stets in Büscheln stehen und lang gestielt sind, sowie durch die beerenförmigen Früchte mit netzgrubigem Steinkern unterschieden. Früchte reif schwarz, mit sehr dünnem bitterlich-süßem Fleische. Die Rinde ist officinell. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Blumenblatt, vergr.; c Frucht, d Kern in nat. Gr.) — Eine andere Art Traubenkirsche ist der in Kleinasien heimische Kirschlorber (C. Laurocerasus), ein immergrüner Baum mit lederartigen, blausäurehaltigen Blättern und kirschengroßen Früchten. Die Blätter sind officinell. — Unter den eigentlichen Kirschen sind die Vogelkirsche (C. avium), die Stammpflanze aller Süßkirschensorten, und die Sauerkirsche (C. acida) die bemerkenswerthesten. Letztere stammt aus dem Kaukasus, während die Vogelkirsche in Europa heimisch ist. — Nahe verwandt mit den Kirschen ist die Gattung der Pflaumen- und Zwetschenbäume (Prunus), zu welcher der gemeine Pflaumenbaum (P. domestica), die Aprikose (P. armeniaca) und der Schleh- oder Schwarzdorn (P. spinosa) gehören.

Fig. 3. Der Mandelbaum (Amygdalus communis), ein in allen Mediterranländern in zahllosen Abarten angebauter kleiner Baum oder Strauch, welcher im Orient und Nordafrika heimisch zu sein scheint, blüht sehr zeitig im Jahr und zwar vor der Entfaltung der Blätter und reift seine Früchte, von denen allein der im Steinkern eingeschlossene Same (die Mandel) genießbar ist, im September. Kelch purpurn, Blumenblätter röthlichweiß oder rosa, Fruchtschale mit gelblich-grauem Filz bedeckt. (a Blüten-, b Fruchtzweig in

1/2 nat. Gr., c ein Stück Kelch mit Staubgefäßen, fast nat. Gr.; d, e Staubgefäße, viermal, f Pistill, zweimal vergr.; g Durchschnitt durch eine junge Frucht, h deren Kern, i dieselbe im Durchschnitt, k, l Keim im Längs- und Querschnitt, alle Fig. in nat. Gr.) Ein bekannter Zierstrauch ist die Zwergmandel (A. nana), im untern Donaugebiet und in Sibirien heimisch. — Zu der Mandelgattung wird oft auch die Pfirsiche (Persica vulgaris) gerechnet, die sich aber durch die dicke genießbare Fleischschale und den kleinen ungenießbaren Samen des sehr hartschaligen Kerns von den Mandeln wesentlich unterscheidet. Sie soll angeblich in Persien zu Hause sein.

VII. Ordnung der Hülsenfrüchtigen (Leguminosae). Kräuter und Holzgewächse der verschiedensten Größe, mit abwechselnden meist zusammengesetzten Blättern stehen bleibenden, selten abfallenden Nebenblättern und gewöhnlich unregelmäßigen Zwitterblüten, welche aus einem ganzblätterigen mit dem concaven Blütenboden verwachsenen Kelche, einer mehrblätterigen meist schmetterlingsförmigen Blumenkrone, 10 bis vielen freien oder verwachsenen Staubgefäßen und einem Stempel bestehen, aus welchem sich am häufigsten eine Hülse, selten eine Gliederhülse oder Schließfrucht entwickelt. Samen ohne Eiweiß.

Fam. 1. Schmetterlingsblütler (Papilionaceae). Kräuter, Sträucher und Bäume mit dreizähligen, gefingerten oder gefiederten, seltener einfachen ganzen Blättern, deren Mittelrippe oder gemeinschaftlicher Blattstiel nicht selten in eine Ranke ausläuft und welche am Grunde des Stiels zwei Nebenblätter haben. Letztere erscheinen bei manchen Arten (z. B. bei der gemeinen Robinia oder unechten weißen Akazie, Robinia Pseudacacia) in Dornen umgewandelt. Blüten gewöhnlich zwitterlich, in Trauben, Aehren, Rispen, Dolden, selten einzeln achselständig. Kelch röhrig, mit fünftheiligem, oft zweilippigem Saum, Blumenkrone fünfblätterig, schmetterlingsförmig. Staubgefäße zehn (meist neun in einer Rinne, welche den gestreckten Fruchtknoten umgibt, mit ihren Filamenten verwachsen und das zehnte frei, seltener alle 10 monadelphisch verwachsen, noch seltener völlig frei), Griffel hakig gebogen. — Die Papilionaceen, nächst den Compositen die größte Familie unter den Samenpflanzen, sind über die ganze Erde verbreitet, in größter Artenzahl jedoch im tropischen Afrika zu finden. Sie haben uns eine Menge Nahr-, Futter-, Arznei-, Handels- und Zierpflanzen geliefert und zerfallen in viele Gruppen.

Taf. 27, Fig. 4. Die gemeine Erbse (Pisum sativum). Die Gattung Pisum zeichnet sich durch die überaus großen Nebenblätter und die breite zurückgeschlagene Fahne der Blumenkrone aus. Die Blüten stehen bei den meisten Arten zu zweien an einem blattwinkelständigen Stiele. Die in vielen Varietäten cultivirte gemeine Erbse soll aus dem Orient stammen. (a Stück eines blühenden Zweiges in 2/3 nat. Gr., b Kelch mit Stempel, nat. Gr.) — Die Zuckererbse (P. saccharatum) soll nur eine Abart von P. sativum sein.

Fig. 5. Die Kichererbse (Cicer arietinum), eine einjährige, in Südeuropa, dem Orient und Aegypten allgemein angebaute Pflanze von unbekannter Herkunft, mit einzeln stehenden Blüten, ist durch die aufgeblasenen und durch die einem Widderkopf ähnlich geformten Samen ausgezeichnet, welche noch nahrhafter als Erbsen sind. (a ein blühender Zweig, b Hülse in 1/2 nat. Gr., c, d Samen in nat. Gr.)

Fig. 6. Das spanische Süßholz (Glycyrrhiza glabra), in Südeuropa und im [illegible] dort wie auch anderwärts im großen [illegible] mit dickem holzigen Wurzelstock, welcher [illegible] Süßholz liefert, aus dem der Lakritzensaft [illegible] Liquiritiae) bereitet wird. Die Blüten [illegible] in schmächtigen Aehren stehenden [illegible] schmuzig lila, die Hülsen länglich, [illegible] kahl. (a Stengelspitze mit Blüten- und [illegible] nat. Gr., b Blüte, c Geschlechtsorgane, [illegible] blätter, e Staubbeutel, f Stempel [illegible] vergr.)

Fig. 7. Die Esparsette (Onobrychis [illegible]) in Mittel- und Südeuropa hin und wieder [illegible] felsen wild wachsende und auf [illegible] häufig angebaute, sehr nahrhafte Futterpflanze, da sie perennirend ist, mehrere Jahre [illegible] reichlichen Ertrag liefert. Die Blumen [illegible] rothem Grunde purpurn gestreift, die [illegible] allen Arten von Onobrychis, einsamig, [illegible] (a eine ganze Pflanze in 1/3 nat. [illegible] c Flügel derselben, d Schiffchen in nat. [illegible] f Samen, zweimal vergr.)

Fig. 8. Die Indigopflanze (Indigofera [illegible]) Der bekannte blaue Farbstoff, Indigo, [illegible] Saste sehr verschiedener Pflanzen (Isatis tinctoria und Polygonum tinctorium) [illegible] die Hauptmasse desselben wird aber [illegible] Arten der ganz tropischen Gattung [illegible] wonnen, unter denen die hier abgebildete vorragenden Platz einnimmt. I. Amil [illegible] kanischer Strauch mit blauen Blüten [illegible] Hülsen. (a ein blühender Zweig in 1/4 nat. [illegible] c Frucht in nat. Gr.)

Fig. 9. Die Serradella (Ornithopus [illegible]) einjährige, im südwestlichen Europa [illegible] welche neuerdings unter ihrem portugiesischen [illegible] namen als Futterpflanze Eingang [illegible] auf Sandboden gebaut zu werden pflegt. [illegible] Vogelfuß (Ornithopus) besitzt sichelförmig [illegible] zusammengedrückte Gliederhülsen. [illegible] rosenrothe Blüten und unterscheidet sich [illegible] wie durch bedeutendere Größe in allen [illegible] dem auch in Deutschland auf mageren [illegible] und da wachsenden O. perpusillus. [illegible] b fruchttragender Zweig in 2/3 nat. Gr. [illegible] mal vergr.)

Andere bekannte und allgemein [illegible] kräuter dieser Familie sind die Linse [illegible] sativa), der rothe oder gemeine [illegible] lium pratense), der weiße kriechende [illegible] repens), der schwedische Klee (Trifolium [illegible]), der Honig- oder Pferdeklee (Melilotus [illegible]), die Futterwicke (Vicia sativa) u. a.

Fig. 10. Die Erdeichel, Erdpistazie, Erdnußbohne (Arachis hypogaea). Dieses [illegible] ländern und auch im südlichen [illegible] schmackhaften und ölreichen Samen [illegible] Oelpflanze angebaute Gewächs, welches [illegible] tropischen Amerika heimisch sein [illegible] dadurch merkwürdig, daß es seine [illegible] springende zweisamige Hülsen mit [illegible] dem Boden reift. Nach der Blütezeit [illegible] lich der Blütenstiel abwärts und dringt [illegible] mit der Blüte in den Boden ein. [illegible] einjährig, treibt bis fünf Fuß [illegible] blüht blaßgelb. (a eine Pflanze [illegible] b Frucht in nat. Gr.)

Fig. 11. Der Färberginster (Genista [illegible]) ein durch ganz Mittel- und Südeuropa [illegible] Kleinstrauch, dessen goldgelbe Blumen [illegible]

nthalten, welcher benutzbar ist. Doch wird e nirgends angebaut. (a Endstück eines Stengels in 1/3 nat. Gr., b Blumenblätter ., c Kelch mit den Staubgefäßen und dem imal vergr.; d Hülse in nat. Gr., e Samen, m Längs-, g im Querschnitt, viermal vergr.)

iche Gattung der Ginster besteht aus zum gen Sträuchern und Halbsträuchern, welche hl nach in Südeuropa und Nordafrika vor- d meist einfache ganze Blätter, in Aehren, Köpfchen gestellte gewöhnlich gelbe Blüten pigem Kelch und eine zweischneidig zu- ückte mehrsamige Hülse besitzen.

apilionaceen gehören ferner die Robinien, on den Laien Akazien genannt (Gatt. auter nordamerikanische Bäume, unter denen weiße (R. Pseudacacia) auch in Deutsch- Fuß hoch wird; die Linse (Ervum Lens), bohnen (Lupinus albus und luteus), die e (Vicia Faba), die gemeine Vitsbohne vulgaris) und die türkische Bohne (Ph. , die Blasenschote (Colutea aborescens)

. Cäsalpiniaceen (Caesalpiniaceae). räucher, selten Stauden mit einfach bis dreifach gefiederten, selten ganz einfachen d in Trauben, Aehren oder einzeln gestellten n, welche einen röhrigen Kelch, eine fünf- eilippige oder fast regelmäßige Blumenkrone is zehn oder viele freie Staubgefäße besitzen. Hülse oder Gliederhülse, letztere oft nicht sondern geschlossen bleibend, bisweilen ruchtartig. — Die Cäsalpiniaceen bewohnen änder, die meisten sind im tropischen Afrika a heimisch.

Fig. 12. Die Tamarinde (Tamarindus prächtiger in Ostindien und vielleicht auch en Afrika wild wachsender und in allen ern angepflanzter Baum mit paarig gefiederten nd endständigen Trauben großer weißer r Blüten, liefert das als Abführmittel ge- Tamarindenmus (pulpa Tamarindorum). angenehm säuerlich schmeckende Brei, welcher der geschlossen bleibenden holzigen Glieder- llt. (Fruchttragender Zweig in 1/3 nat. Gr.) nd 14. Sennapflanze (Cassia lanceolata ia). Die wegen ihrer abführenden Wirkung Sennesblätter oder Folia Sennae kommen denen im tropischen Afrika wachsenden Arten g Cassia, zu denen die beiden genannten Die Cassien besitzen einen fünfblätterigen Kelch, fünf genagelte Blumenblätter, zehn e und einen gestielten Stempel, aus welchem e nach der Art sehr verschieden geformte Gliederhülse entwickelt. Die Cassien sind de Sträucher mit einfach gefiederten Blättern goldgelben Blumen. (Fig. 13, a ein blühen- von C. lanceolata in 1/2 nat. Gr., b Frucht nitt, nat. Gr.; Fig. 14, a eine Blütentraube na in 1/3 nat. Gr., b ein Keim, fünffach eine Hülse in 1/3 nat. Gr., d dieselbe quer en, nat. Gr.)

. Der Heuschreckenbaum (Hymenaea ein Baum des südlichen Amerika, welcher ten Copallack liefert. Dies ist das Harz s, welches sowol aus der Rinde hervor- auch sich unter den Wurzeln alter Bäume klumpen ansammelt. Der Stamm des Baums 80 Fuß Höhe und bis 9 Fuß Umfang, en sind lederartig und stehen zu zwei am Blattstiel, die Blüten haben einen lederartigen Kelch und fünf weiße Blumenblätter, die braunen Früchte mit dicker holziger Schale werden bis 1/2 Fuß lang. (a ein Zweig, b eine Hülse, c dieselbe im Querschnitt, d ein Samen, e derselbe im Querschnitt; alles in 1/3 nat. Gr.)

Fig. 16. Der Johannisbrotbaum (Ceratonia Siliqua), ein stattlicher immergrüner Baum mit dicht- belaubter abgerundeter Krone, welcher im ganzen mittelländischen Gebiete seiner sehr nahrhaften Früchte wegen im großen Maßstabe angebaut wird und dort vermuthlich auch zu Hause ist. Blüten polygamisch, zwitter- und eingeschlechtige Blüten untereinander, alle mit fünftheiligem Kelch und fünf Staubgefäßen, aber ohne Blumenkrone, von grünlicher Farbe, Frucht eine fleischig-musige gefächerte, nicht aufspringende Hülse von im reifen Zustande chocoladenbrauner Farbe. Diese Früchte, deren Schale Buttersäure enthält und deshalb einen widerlichen Geruch hat, aber süß schmeckt, werden im Orient, in Spanien und anderwärts vorzüglich als Viehfutter (für Schweine, Rindvieh, Maulthiere) benutzt, in Deutschland unter dem Namen „Johannisbrot" als Leckerbissen verkauft und sind auch officinell. (a ein Zweig in 1/3 nat. Gr., b Blüte, c unreife Frucht im Längsschnitt, vergr.; d, e Hülse, ganz und im Längs- schnitt, in 1/4 nat. Gr.)

Zu den Cäsalpiniaceen gehören ferner: Haematoxylon Campechianum, ein großer Baum Centralamerikas, welcher das Campeche- oder Blauholz liefert, Caesalpinia echinata, ein brasilianischer Baum, dessen ebenfalls färbendes Holz als Fernambukholz in den Handel kommt, Copaifera Jacquini, ein Baum des aequatorialen Amerika, von welchem der Copaiva- balsam abstammt, die Christusakazie (Gleditschia triacanthos) u. a. m.

Fam. 3. Mimosaceen (Mimosaceae). Bäume und Sträucher, selten Kräuter, erstere oft mit Dornen bewaffnet, alle mit alternirenden meist doppelt- oder dreifach gefiederten, bisweilen reizbaren Blättern und mit freien, nicht selten dornigen Nebenblättern. Bei vielen neuholländischen Akazien sind statt der Blätter Phyllodien (blattförmige Blattstiele) vorhanden. Blüten meist zwitterlich, klein, regelmäßig, in Aehren und Köpfchen, seltener in Rispen und Doldentrauben, mit vier- bis fünfspaltigem Kelch, vier- bis fünfblätteriger Blumenkrone und meist vielen freien Staubgefäßen. Hülse oder Gliederhülse. — Gewächse der tropischen und subtropischen Zone, der Mehrzahl nach in Süd- afrika, Neuholland und dem tropischen Amerika zu Hause.

Taf. 27, Fig. 17. 18. Die echte Akazie (Acacca vera) und die Akazie vom Nil (A. nilotica) gehören zu denjenigen Mimosaceen, welche arabisches Gummi liefern. Diese Substanz ist im Holze aller Mimosaceen und auch vieler Papilionaceen enthalten, in größter Menge aber in demjenigen der genannten und einiger andern Akazienarten (A. gummifera, A. Verek, A. Ehren- bergii u. a.), welche alle im tropischen Afrika und Arabien zu Hause sind und von denen manche, wie A. Verek, ganze Wälder bilden. Das Gummi schwitzt an den Stämmen und Aesten in Klumpen aus, die an der Luft erhärten. Diese Akazien haben alle doppelt gefiederte Blätter, kugelige Blütenstände und Gliederhülsen. Die Blüten sind, wie bei fast allen Akazien, gelb. (Fig. 17, a ein Zweig mit Blüten in 1/2 nat. Gr., b Stück einer Hülse in nat. Gr.; Fig. 18, a blühender Zweig in 1/3 nat. Gr., b Blüte, vergr.: c Gliederhülse in nat. Gr.)

Zu der Gattung Mimosa gehören die in Brasilien heimischen sogenannten Sinnpflanzen (M. sensitiva,

M. pudica u. a.), welche reizbare Blätter besitzen (d. h. bei Berührung die Blätter senken und die Blättchen übereinander schieben und gleichzeitig abwärts senken) und dadurch seit Jahrhunderten berühmt sind. Am häufigsten wird M. pudica, eine einjährige Pflanze mit blaßrothen in Köpfchen stehenden Blüten, cultivirt.

VIII. Ordnung der Terebinthineen (Therebinthineae). Bäume und Sträucher mit alternirenden unpaarig gefiederten oder einfachen, meist nebenblattlosen Blättern, Blüten meist zwitterlich und regelmäßig, mit verwachsenblätterigem Kelche, am Grunde des Kelchs eingefügten Blumenblättern und Staubgefäßen. Ein einziger, bisweilen unterständiger Fruchtknoten oder viele, dann stets oberständige Stempel. Nuß, Steinfrucht oder Kapsel. Samen ohne Eiweiß.

Fam. 1. Walnußgewächse (Juglandineae). Sommergrüne Bäume mit nebenblattlosen, gefiederten Blättern und diklinischen Blüten, von denen die männlichen in hängende walzige Kätzchen gestellt und mit einem schüsselförmigen zwei- bis sechsblätterigen Perigon sowie mit drei oder vielen Staubgefäßen versehen sind, die weiblichen dagegen zu wenigen an einem kurzen aufrechten Stiele traubig oder gebüschelt stehen und einen unterständigen Fruchtknoten mit kleinem vierblätterigen Perigon und meist zwei großen fleischigen Narben besitzen. Steinfrucht mit fasriger, ungenießbarer, zuletzt aufreißender Fleischhülle und zweischaligem Steinkern, in dessen großer zur Hälfte einfächeriger Höhle der eigenthümlich geformte vierlappige ebbare Same liegt, dessen Kotyledonen sehr dibaltig sind. Die Juglandineen sind vorzugsweise in Nordamerika zu Hause, einige kommen in Westasien, Japan und Java vor. Ihre Blätter und Fruchtschalen enthalten einen wässerigen harzigen aromatischen Saft, ihr Holz ist als Möbelholz sehr geschätzt.

Taf. 28, Fig. 1. Der gemeine Walnußbaum (Juglans regia) soll aus Persien stammen, wird aber seit Jahrtausenden in Südeuropa cultivirt, woher sich sein Anbau bis Mitteldeutschland verbreitet hat. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Schuppe des männlichen Kätzchens in nat. Gr., c Staubgefäße, vergr.; d weibliche Blüte in nat. Gr., e Nuß im Längsschnitt in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fam. 2. Pistazienartige (Terebinthaceae). Sommer- oder immergrüne Bäume und Sträucher mit nebenblattlosen einfachen, dreizähligen oder gefiederten Blättern und eingeschlechtigen kleinen in Aehren oder Rispen gestellten Blüten, welche aus einem drei- bis fünfspaltigen meist persistenten Kelch, drei bis fünf Blumenblättern, eben oder doppelt so vielen Staubgefäßen resp. einem bis sechs Stempeln bestehen, von denen vier bis fünf steril zu sein pflegen. Einsamige Steinfrucht. — Die Terebinthaceen bewohnen vorzüglich die Tropenzonen, außerhalb derselben kommen nur wenige auf beiden Hemisphären vor. Viele enthalten Milchsaft, die meisten einen wässerigen oft harzigen Saft, einige sind giftig, andere (z. B. die in allen Tropengegenden cultivirte Mangopflaume, Mangifera indica) liefern ebbare Früchte.

Taf. 28, Fig. 2. Der Nierenfruchtbaum (Anacardium occidentale), ein immergrüner, zweihäusiger Baum Südamerikas mit einfachen Blättern. Seine nierenförmigen Früchte von etwa $^1/_2$ Zoll Länge, welche in der Mittelschicht ihrer Fruchtschale einen ätzend scharfen, blasenziehenden dunkel gefärbten Balsam (Cardolbalsam) enthalten, kommen als amerikanische Elefantenläuse in den Handel und waren früher officinell. Ihre Samen sind ebbar. (a blüten- und fruchttragender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte, c Staubgefäße in nat. Gr.)

Fig. 3. Die Pistazie (Pistacia vera), ein kleiner immergrüner, in Persien, Syrien und am Schwarzen Meer heimischer, in Südeuropa angebauter Baum mit gefiederten Blättern, liefert die wohlschmeckenden überreichen grünen Mandeln (Pistaciae), welche zur Verzierung von Confituren verwendet werden und früher auch officinell waren. Es sind dies die aus den Steinfrüchten herausgeschälten Samenkerne. (a fruchttragender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Theil des Blütenstandes in nat. Gr., c männliche, d weibliche Blüte, vergr.)

In Südeuropa sind zwei andere strauchige Arten derselben Gattung mit ungenießbaren Früchten sehr verbreitet: der Terpentinbaum (Pistacia Terebinthus) und der Mastirstrauch (Pistacia Lentiscus). Ersterer liefert den cyprischen Terpentin, letzterer das Mastixharz, welches zu Räucherpulvern, Firnissen und Lacken verwendet wird. — Zu den Terebinthaceen gehören ferner: der Essigbaum (Rhus typhinum) aus Nordamerika, der Giftsumah (Rhus Toxicodendron), ein nordamerikanischer auch hin und wieder in Europa verwilderter Strauch mit scharf giftigem Saft, der Gerbersumah (Rh. Coriaria) in Südeuropa, und der häufig zur Zierde angepflanzte, in Südosteuropa heimische Perrückenstrauch (Rh. Cotinus.)

Die andern Familien dieser Ordnung, die Burseraceen und Connaraceen sind ausschließlich Tropengewächse. Arten der erstgenannten aus der Gattung Boswellia liefern das wohlriechende Weihrauchharz, andere aus der Gattung der Balsambäume (Balsamodendron) die Myrrhe und den Mekkabalsam, und andere Burseraceen das Elemiharz. Fast alle diese Pflanzen wachsen im tropischen Asien (in Arabien) und Afrika, die Elemipflanzen in Manila, Westindien und Centralamerika.

IX. Ordnung der Kreuzdornartigen (Rhamnoideae). Unterscheiden sich von den Terebinthineen besonders durch die eiweißhaltigen Samen. Bäume, Sträucher und Stauden mit einfachen, selten zusammengesetzten Blättern, mit oder ohne Nebenblätter und mit regelmäßigen, meist zwitterlichen, selten eingeschlechtigen Blüten, die einen verwachsen- oder getrennblätterigen Kelch und eine mehrblätterige Blumenkrone, selten blos ein Perigon besitzen, sowie einen einfächerigen oberständigen Fruchtknoten, aus dem eine kapsel-, beeren- oder steinfruchtartige Frucht hervorgeht. Unter den zahlreichen hierher gehörigen Familien können hier nur drei berücksichtigt werden.

Fam. 1. Hülsenartige (Ilicineae). Immergrüne Bäume und Sträucher der warmen und gemäßigten Zone mit alternirenden oder gegenständigen, einfachen nebenblattlosen Blättern, unscheinbaren achselständigen Zwitterblüten und beerenartigen, zwei- bis vielkernigen Steinfrüchten.

Taf. 28, Fig. 4. Der gemeine Hülsenbaum oder die Stechpalme (Ilex Aquifolium), die einzige in Europa (namentlich im westlichen) vorkommende Art dieser Familie, ist ein Strauch oder kleiner Baum mit dornig gezähnten glänzendgrünen Lederblättern, weißen Blüten und rothen Beeren, der häufig (besonders in England und den Niederlanden) in vielen Varietäten als Ziergehölz cultivirt wird. Seine Blätter waren früher officinell. (a blühender Zweig in $^1/_4$ nat. Gr., b Blüte von oben, c Beeren aufgeschnitten, d Samen im Längsschnitt, schwach vergr.)

Eine andere in Südamerika heimische Art (I. paraguyensis) liefert den in ganz Südamerika beliebten Paraguaythee (die Blätter).

Fam. 2. Celastrineen (Celastrineae). Bäume und Sträucher, manche mit kletternden Achsen, welche einzeln achselständige Zwitterblüten, einfache Fruchtknoten mit

iffel und Kapseln, Stein- oder Flügelfrüchte oder wenigsamigen Fächern hervorbringen. größtentheils in der tropischen Zone und idlichen Halbkugel heimischen Familie gehört f. 28, Fig. 5 abgebildete gemeine Spindel- vonymus europaeus), ein häufig in Laub- und Hecken wild wachsender und auch als angepflanzter Strauch (selten Baum), welcher ße kreuzförmige Blumen besitzt und wegen edigen baretförmigen purpurrothen Kapseln en Pfaffenhütchen erhalten hat. Seine eichen Samen sind von einem orangegelben illus) locker umschlossen. (a blühender Zweig Gr., b Blüte, c Früchte in nat. Gr.)

. Kreuzdorngewächse (Rhamnaceae). se und Kräuter mit einfachen abwechselnden Blüten in Büscheln, Dolden, Trugdolden, oder eingeschlechtig, mit drei-, seltener zwei- ierigem Fruchtknoten und ebenso vielen Grif- fächern. Steinfrucht mit zwei- bis drei- Steinkern, oder zwei- bis dreiknöpfige Gewächse der heißen und gemäßigten Zone. , Fig. 6. Der gemeine Kreuzdorn cathartica), ein in Mitteleuropa heimischer er kleiner Baum mit in Dornen auslaufen- ften, gegenständigen gefägten Blättern und Blüten. Die dreiköpfigen zuletzt beerenartigen tzen) Steinfrüchte (Kreuzbeeren) werden ing des Saftgrün und Schüttgelb benutzt. er Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b männliche, Blüte, vergr.; d, e Frucht, ganz und aufge- Blattrand, in nat. Gr.) — Von einer andern, Waldorten wachsenden, noch häufigern, igen Art, der Schießbeere (Rh. Frangula), enlos ist, abwechselnde ganzrandige Blätter, Blüten und anfangs grüne, dann rothe, arze Beeren trägt, wurde früher die Holz- Bereitung des Schießpulvers gebraucht.

nung der Dreiknöpfigen (Tricoccae). dreiknöpfige oder dreifach geflügelte, mit drei ufspringende, dreifächerige und dreisamige amen mit Eiweiß. — Sehr verschieden ge- nzen, welche in mehrere Familien zerfallen.

Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceae). se und Kräuter, von denen viele einen ist scharfen Milchsaft enthalten, mit ab- seltener gegenständigen, einfachen oder hand- nmengesetzten Blättern, mit häufigen oder enblättern. Blüten klein unscheinbar, ein- verschieden angeordnet, von Deckblättern t vier- bis sechstheiligem oder zwei- bis drei- Kelch und meist ohne Blumenkrone. Staub- bis viele, dann oft einbrüderig, Fruchtknoten , sitzend oder gestielt, Frucht meist kapsel-, enartig, drei-, selten zwei- oder vielköpfig, s zweisamigen Fächern. Samen mit einem oder Samenmantel versehen. — Die een bilden eine große über die ganze Erde Familie, die meisten wachsen im tropischen

, Fig. 7. Die gemeine Wolfsmilch Cyparissias). Alle Euphorbien enthalten heilen einen weißen Milchsaft und tragen in vielstrahligen, von Hüllblättern umgebenen mit gabeltheiligen Strahlen. Blüten mit em Perigon, an dessen Rande drei bis albmondförmige Drüsen stehen und welches zwölf Staubfäden und einen langgestielten n mit drei Griffeln enthält. Dreiknöpfige t. Die Euphorbien zerfallen in solche mit beblättertem Stengel (krautartige) und in solche mit fleischigen cactusähnlich geformten Stämmen (Holzgewächse). Letztere kommen in Afrika und auf den Canarischen Inseln vor. Euph. Cyparissias ist eine durch fast ganz Europa verbreitete, an dürren Orten wachsende, für giftig geltende, ausdauernde Pflanze mit goldgelben, zuletzt rothen Hüllblättern. (a ganze Pflanze in nat. Gr., b Blüte, c Samen, vergr.)

Fig. 8. Die officinelle Wolfsmilch (Euph. officinarum), ein cactusartiges Gewächs der Canarischen Inseln und des westlichen Afrika, dessen Milchsaft den unter dem Namen Euphorbium bekannten zu Heilzwecken angewendeten Extract liefert. (Abgebildet eine ganze Pflanze, fehr verkl.)

Fig. 9. Der Buchsbaum (Buxus sempervirens), bekannter in Südeuropa auf Gebirgen heimischer, bisweilen baumartig werdender, immergrüner Strauch, dessen feines hartes gelbbraunes Holz als das beste für Holzschnitte gilt und daher sehr gesucht ist. Blüten grünlichgelb, Kapseln mit drei Hörnern. Wird bekanntlich auch als Zwergstrauch zur Einfassung von Gartenbeeten benutzt. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüten, c Frucht, vergr.)

Fig. 10. Der Maniok (Jatropha Manihot), ein in allen Tropenländern angebauter, wahrscheinlich aus dem tropischen Amerika stammender Strauch mit handförmig zertheilten Blättern, dessen fleischige, bis zwei Fuß lang werdende armesdicke Wurzeln neben einem sehr giftigen Milchsaft reichliches Stärkemehl besitzen und deshalb als Nahrungsmittel gebraucht werden. Nach Entfernung des Milchsaftes durch Auspressen bereitet man nämlich aus dem Mehl ein sehr nahrhaftes Brot, das Cassavebrot, welches in allen Tropenländern gebräuchlich ist. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Stempel, vergr.; c Früchte in nat. Gr.)

Taf. 29, Fig. 1. Der Wunderbaum (Ricinus communis), ein in Südeuropa und Nordafrika heimischer Baum, welcher bei uns zur Zierde im Freien als einjährige Pflanze cultivirt wird und als solche eine kräftige, oft über mannshohe Staude mit daumesdickem Stengel und fußbreiten Blättern bildet. Blüten in Rispen gestellt, mit drei- bis fünftheiligem Kelch, ohne Blumenkrone, männliche mit verwachsenen und viel verzweigten Staubgefäßen, weibliche mit krautstacheligem Fruchtknoten. Samen groß, lupinenartig, grau und schwarzbraun gefleckt, enthalten bis 50% eines fetten Oels, welches officinell ist. (a ein Blütenstand nebst Blattzweig in nat. Gr., b weibl. Blüte, zweimal vergr.; c Frucht in nat. Gr., d dieselbe im Querschnitt, e Samen in nat. Gr.)

Zu den Euphorbiaceen gehören ferner der Gummibaum (Siphonia elastica, nicht zu verwechseln mit dem Gummibaum unserer Gewächshäuser und Zimmer, Ficus elastica) in Brasilien und Guyana, aus dessen Milchsaft große Massen Kautschuk gewonnen werden; der Mancinella oder Manzanillabaum (Hippomane Mancicella), ein westindischer Baum mit furchtbar giftigem, brennend scharfem Milchsaft; die Crotonpflanze (Croton Tiglium), ein ostindischer Strauch, der das heftig purgirend wirkende Crotonöl liefert; die Lackmuspflanze (Crozophora tinctoria), ein mediterranes Kraut, welches die blaue Lackmusfarbe enthält, u. a. m.

Fam. 2. Schiefblattgewächse (Begoniaceae). Vollsaftige, krautartige Tropengewächse mit knotig gegliederten Stengeln, abwechselnden gestielten unsymmetrischen schiefen handnervigen Blättern, häufigen Nebenblättern und einhäusigen in achselständige Trugdolden gestellten Blüten, von denen die männlichen ein vierblätteriges, die weiblichen ein vier- bis neuntheiliges gefärbtes

Perigon, erstere viele Staubgefäße, letztere einen unterständigen Fruchtknoten besitzen, aus dem sich eine dreifächerige, dreifach geflügelte Kapsel mit vielen sehr kleinen Samen entwickelt. — Die Begonien oder Schiefblätter sind durch die prächtige Färbung und Zeichnung der Blätter auszeichnet und deshalb sehr beliebte Blattpflanzen unserer Gewächshäuser und Blumentische geworden. Taf. 28, Fig. 11 zeigt eine der beliebtesten Arten, die Begonia Rex. (a ganze Pflanze, sehr verkl.; b, c Blütenstände in nat. Gr.)

XI. Ordnung der Rautenartigen (Rutarieae). Holzgewächse und Kräuter mit einfachen oder zusammengesetzten, meist nebenblattlosen Blättern und verschieden angeordneten Zwitterblüten, deren Blumenblätter (vier bis fünf) und Staubgefäße (acht bis zehn freie) auf einer fleischigen Scheibe stehen, welche oft in einen kurzen Stiel ausgezogen ist, an den die fünf Karpellarblätter des Fruchtknotens befestigt sind. Frucht fünfknopfig, nicht aufspringend, oder in fünf Theile spaltend. Samen mit Eiweiß. — Unter den zahlreichen hierher gehörigen Familien, welche fast alle in den Tropengegenden zu Hause sind, verdient blos diejenige der eigentlichen Rautengewächse (Rutaceae) hervorgehoben zu werden, deren bekanntester Repräsentant die gemeine Gartenraute (Ruta graveolens) ist. Die Rutaceen sind Kräuter und Sträucher mit alternirenden drüsig punktirten, sehr stark aromatisch riechenden Blättern und in Trauben, Doldentrauben oder Trugdolden gestellten Zwitterblüten, welche eine Spaltfrucht hervorbringen. Gewächse der nördlichen Halbkugel, besonders in der Mediterranzone und in Südsibirien verbreitet.

Taf. 28, Fig. 12. Der Diptam (Dictamnus Fraxinella), eine in Mittel- und Südeuropa sowie in Asien wachsende, nicht selten zur Zierde angebaute, ehedem officinelle Staude mit unpaarig gefiederten Blättern und großen fast zweilippigen röthlichweißen Blumen, welche eine endständige Traube bilden, ist durch die schwarzrothen Drüsen der Stengel, Blütenstiele, Staubfäden und Kapseln ausgezeichnet, welche (in ätherisches Oel in reichlichster Menge abscheiden. (a Stengelgipfel in $^1/_2$ nat. Gr., b Stengelbasis mit Wurzel in $^1/_3$ nat. Gr., c ein einzelner Stempel, d Kapsel in nat. Gr.)

Zu der Ordnung der Rutaceen gehören ferner: der Quassiabaum (Quassia amara) in Westindien und Guayana (Fam. der Simarubeae), der in den deutschen Parkanlagen häufig angepflanzte, dreizählige Blätter tragende Lederblumenstrauch (Ptelea trifoliata) aus Nordamerika (Fam. Xanthoxyleae), der Korkbaum vom Amur (Phellodendron amurense) aus derselben Familie, die unter dem Namen Göttergeruch bekannten Topfziersträucher (Arten von Diosma und Agathosma, südafrikanische und neuholländische Pflanzen aus der Familie der Diosmaceen); der Guajakbaum (Guajacum officinale) aus Westindien (Fam. der Zygophylleae) u. a. m.

XII. Ordnung der Schnabelfrüchtigen (Gruinales). Fruchtknoten aus mehrern (meist fünf) seitlich zusammengewachsenen oder um eine centrale Verlängerung des Blütenbodens wirtelförmig gestellten Karpellen zusammengesetzt, deren aneinanderliegende oder miteinander verwachsenen Griffel nach der Blütezeit oft in einen schnabelförmigen Körper auswachsen (so namentlich bei den Storchschnabelgewächsen, Geraniaceae, zu denen auch die als Zierpflanzen beliebten Pelargonien, schönblühende, aromatische Sträucher aus Südafrika gehören). Frucht entweder eine Spaltfrucht, oder Kapsel oder Beere. Samen meist ohne Eiweiß.

Taf. 28, Fig. 13. Der Sauerklee (Oxalis Acetosella), bekannte Waldpflanze mit sehr [illegible] weißen Blumen, gehört zu der Familie [illegible] welche vorzugsweise aus perennirenden [illegible] losen, theils stengeltreibenden Kräutern [illegible] oder knolligem Rhizom und fingerförmig zusammengesetzten Blättern besteht. [illegible] regelmäßig, in Dolden oder Rispen, [illegible] Kelch, fünf Blumenblättern, zehn Staubgefäßen, fünflappigem Fruchtknoten, aus dem [illegible] Kapsel oder Beere entsteht. Der [illegible] wurde früher zur Herstellung des in [illegible] enthaltenen Bitterkleesalzes benutzt und [illegible] (a ganze Pflanze in nat. Gr., b Corolle [illegible] gefäße, ausgebreitet, c Kapsel, d [illegible] schnitt, vergr.)

Verschiedene cap'sche Arten von Oxalis [illegible] und meist vierzähligen Blättern [illegible] Einfassungen von Gartenbeeten.

Taf. 29, Fig. 3. Die Zwerg-Kapu[illegible] (Tropaeolum majus). Die Gattung Tropaeolum mit einigen andern Gattungen die Familie [illegible] deren Arten, lauter südamerikanische Kräuter [illegible] liegenden oder schlingenden Stengeln, [illegible] schildförmige Blätter, schöngefärbte zweilippige [illegible] mit corollinischem langgespornten Kelch, [illegible] großen Blumenblättern, acht Staubgefäßen [illegible] dreifächerigen Fruchtknoten ausgezeichnet [illegible] bald trocken, dreiknopfig, zur Reifezeit [illegible] Theile spaltend, bald eine dreilappige Beere [illegible] dreifach geflügelte Schließfrucht. Der [illegible] Kapuziner- oder spanische Kresse [illegible] majus) ist eine sehr verbreitete einjährige [illegible] mit leuchtend rothgelben oder dunkelrothen [illegible] Unsere Figur zeigt eine niedrige klein[illegible] Varietät in $^1/_3$ nat. Gr.

Zu der Ordnung der Gruinales gehört [illegible] Familie der Balsamingewächse (Balsaminaceae), deren meiste Arten sich durch eine elastisch [illegible] Kapsel auszeichnen. Ihre bekanntesten Arten sind das in feuchten Laubwaldungen häufige Springkraut oder Rühr' mich nicht an (Impatiens nolitangere) und die Gartenbalsamine (Impatiens balsamina).

XIII. Ordnung der Ahornartigen (Acerineae). Sehr verschieden gestaltete Bäume und Sträucher, meist zwitterliche und regelmäßige, [illegible] mäßige Blüten aus einem freien Kelch, [illegible] des Kelches eingefügten fleischigen Scheibe, die Blumenblätter und Staubgefäße [illegible] und einem aus drei (seltener zwei bis [illegible]) zusammengesetzten Fruchtknoten bestehen, [illegible] eine Flügel-, Stein- oder Kapselfrucht entwickelt, ohne Eiweiß.

Taf. 28, Fig. 14. Der gemeine Ahorn (Acer Pseudoplatanus). Alle Arten der Gattung Acer, mit einigen andern Gattungen die kleine Familie der Acerineen bilden, haben gegenständige, handförmig gelappte Blätter, in Trauben, Trugdolden gestellte, grünliche Blüten und geflügelte, zuletzt in zwei einsamige Hälften [illegible] Frucht. Die Acerineen bewohnen die [illegible] kugel, namentlich Nordamerika. Der gemeine [illegible] ein in Mitteleuropa heimischer Baum, [illegible] Blätter und nach oben gekrümmte Fr[illegible] entwickelt seine hängenden Blütentrauben [illegible] Laubausbruche. (a blühender Zweig in [illegible] b Blüte, c Frucht in nat. Gr.)

Fig. 15. Die Blumenesche (Fraxinus [illegible]). Die Eschengattung bildet eine eigene [illegible] Botanikern zu den Oelbaumgewächsen (s. ob[illegible]

lche den Acerineen in vieler Beziehung sich aber von denselben theils durch die fiederten Blätter, theils durch die anders lüten, welche oft eingeschlechtig sind, theils samige mit einem Flügel versehene Schließtlich unterscheidet. Ihre Arten kommen l nach in Südeuropa und Nordamerika chten Eschen (Fraxinus) haben hüllenlose, taubgefäßen und einem Fruchtknoten beten, die Blumeneschen (Ornus) einen vierzlch und eine vierblätterige Blumenkrone. in bekannter sehr groß werdender Baum fast ganz Europa verbreitete gemeine inus excelsior). Die Blumenesche ist im südlichen und südöstlichen Europa baum mit weißen wohlriechenden Blüten gen Sträußen, welcher deshalb in Mittelig zur Zierde angepflanzt wird. (Abgeb. igender Zweig in 1/2 nat. Gr.)

ceroideen gehören ferner die Familien der , Malpighiaceen und Erythroxyleen. Aus nnten stammt die bekannte Roßkastanie lippocastanum), welche in Mittelasien zu soll, aus der letztgenannten die südameri-capflanze (Erythroxylon Coca), deren Zeru von den Eingeborenen als Reizmittel en.

ung der Rankengewächse (Sarmentosae). nken kletternde Gewächse mit meist alterufachen oder zusammengesetzten Blättern, oder diklinischen, regelmäßigen, aber sehr gebildeten Blüten, oberständigem Frucht-ein- bis sechsfächerigen Beeren. Samen

Fig. 16. Die Weinrebe (Vitis vinifera) ch der wilde Wein (Ampelopsis hederacea) der Rebengewächse (Ampelideae), welche lzgewächse und der Mehrzahl nach zwischen eisen zu Hause sind. Blätter einfach handzusammengesetzt, gefingert oder gefiedert, ne Nebenblätter. Blüten klein, grünlich, en, Sträußern, Rispen, mit kleinem vierigen Kelch, vier bis fünf Blumenblättern efäßen, welche auf einer mit dem Kelch Scheibe eingefügt sind, und mit zwieerigem Fruchtknoten, aus dem eine ebenso Beere mit ein- bis zweisamigen Fächern Die gemeine Weinrebe stammt aus Asien, Zein aus Nordamerika. (a blütentragender nat. Gr., b Fruchttraube in 1/3 nat. Gr., gr.)

Die blutrothe Passionsblume (Passinea). Die Familie der Passifloreen, deren ge, theils strauchige Arten in den Tropensonders Amerikas verbreitet sind, unter von der vorhergehenden vorzüglich durch imlichen Bau der Blüte. Diese, meist groß besteht aus einem corollinischen Kelch oder t krug- oder walzenförmiger Röhre und hnblätterigem Saume, einem innerhalb des ausbreitenden Kranze von fleischigen Fasern, Staubgefäßen und einem gestielten Frucht-drei, selten fünf Griffeln. Stempel und stehen auf einem Stiele im Centrum der ie Frucht ist eine einfächerige vielsamige Beere. Die Blätter stehen abwechselnd, einzeln in den Blattwinkeln; erstere sind h, oft gelappt, bald unpaarig gefiedert. ng Passiflora hat schöne Zierpflanzen für shäuser und Zimmer geliefert. Die abgebildete Art zeichnet sich durch prächtige blutrothe Blumen aus.

XV. Ordnung der Orangenartigen (Hesperideae). Bäume und Sträucher mit abwechselnden, meist zusammengesetzten, nebenblattlosen Blättern und regelmäßigen gewöhnlich zwitterlichen Blüten, welche aus einem freien, ganz oder getrennt blätterigen Kelch, 4—5 sammt den Staubgefäßen auf einer hypogynischen Scheibe eingefügten Blumenblättern und einem einzigen oberständigen Stempel bestehen, aus dessen Fruchtknoten sich eine kapsel- oder beerenartige Frucht, seltener eine Steinfrucht entwickelt. Samen ohne oder mit Eiweiß. Die wichtigsten Familien sind:

Fam. 1. Cedrelaceen (Cedrelaceae). Große Bäume der Tropenländer mit schön gefärbtem wohlriechenden Holze, gefiederten Blättern und in endständige Rispen oder achselständige Trugdolden gestellten Blüten, welche aus einem vier- bis fünfblätterigen oder vier- bis fünfspaltigen Kelche, 4—5 Blumenblättern, 8—10 in eine Röhre verwachsenen Staubfäden und einem Stempel bestehen und eine holzige, vier- bis fünfklappige, einfächerige, vielsamige Kapsel zur Frucht haben.

Taf. 29, Fig. 2. Der Mahagonibaum (Swietenia Mahagoni), ein stattlicher immergrüner Baum Westindiens und Centralamerikas mit bis 100 Fuß hoch und sehr stark werdendem Stamme, dessen Holz das bekannte Mahagoniholz ist. Blätter lederartig, glänzend dunkelgrün, Blüten klein, gelbweiß, Kapseln braun. (a ein blühender Zweig in 1/3 nat. Gr., b Blüte, viermal vergr.; c der geöffnete Cylinder der verwachsenen Staubgefäße, d Stempel, e derselbe im Querschnitt, stärker vergr.; f, g Frucht von der Seite und im Längsschnitt, fünfmal vergr.)

Fam. 2. Orangeriegewächse (Aurantiaceae). Immergrüne im tropischen Asien heimische Bäume und Sträucher mit oft dornspitzigen Zweigen, wirtelförmig zusammengesetzten oder gefiederten, von Oeldrüsen wimmelnden Lederblättern und einzeln stehenden oder traubig angeordneten Zwitterblüten, welche einen vier- bis fünfzähnigen Kelch, vier bis fünf Blumenblätter, acht bis zehn bisweilen monadelphische Staubgefäße und einen fünf- bis vielfächerigen Fruchtknoten besitzen. Beerenartige Frucht (Orangenfrucht) mit lederartiger an Oeldrüsen reicher Schale und vielen Fächern im Innern, welche mit spindelförmigen großen Saftzellen angefüllt sind, zwischen denen die großen eiweißlosen, mehrere Embryonen enthaltenden Samen liegen.

Taf. 29, Fig. 4. Der Pomeranzenbaum (Citrus Aurantium). Dieser in ganz Südeuropa, im Orient und Nordafrika und außerdem in vielen Ländern der subtropischen und tropischen Zone seit den ältesten Zeiten cultivirte Baum liefert sowol die bittern Pomeranzen als die süßen Apfelsinen. Außer diesen beiden Varietäten gibt es noch andere. Er unterscheidet sich von dem Citronenbaum (C. medica) durch den breitgeflügelten (beim Citronenbaum schmalen) Blattstiel des gegliedert zusammengesetzten Blattes, durch die beiderseits weißen (beim Citronenbaum außen purpurröthlichen) Blumenblätter und durch die kugelige, nicht wie beim Citronenbaum am Scheitel kegelförmig vorgezogene Frucht. (a blühender Zweig in 1/3 nat. Gr., b Staubgefäßcylinder in nat. Gr., c ein Bündel Staubgefäße, dreimal vergr.; d Stempel, vergr.; e Frucht im Querschnitt in 1/4 nat. Gr.)

Fig. 5. Der Adamsapfel (Citrus medica Bigaradia), eine Varietät des Citronenbaums, von diesem durch die eigenthümlich geformte Frucht unterschieden, welche sehr groß wird, aber nur mit Zucker einigermaßen genießbar ist. Der Adamsapfel steht bei den

Orientalen, besonders den Juden, in hohem Ansehen. (a ein Zweig mit Blatt und Blüten, b eine Frucht in $^3/_4$ nat. Gr., c Längsschnitt, d Querschnitt durch eine gewöhnliche Citrone in $^1/_2$ nat. Gr.)

XVI. Ordnung der Guttiferen (Guttiferae). Sehr verschieden gestaltete Holzgewächse und Kräuter, der Mehrzahl nach einen gefärbten, milchigen oder harzigen Saft oder aromatische Stoffe enthaltend, mit einfachen ganzen, meist auch ganzrandigen Blättern, mit oder ohne Nebenblätter und mit regelmäßigen Zwitterblüten, welche einen mehrblätterigen Kelch, eine mehrblätterige Blumenkrone, viele ein- oder mehrbrüderige Staubgefäße und einen oberständigen Fruchtknoten mit gewöhnlich mehrern Griffeln besitzen, aus dem sich eine Kapsel, Steinfrucht oder Beere entwickelt. Diese Ordnung enthält viele sehr verschiedene Familien, deren Arten meist den Tropengegenden angehören.

Taf. 29, Fig. 6. Der Theestrauch (Thea chinensis), ein immergrüner in China heimischer und dort seit undenklichen Zeiten angebauter, sehr variirender Strauch; gehört zur Familie der Ternströmiaceen, welche eine entweder mit Klappen aufspringende oder häufiger nicht aufspringende lederartig fleischige Kapsel mit vielen eiweißhaltigen Samen zur Frucht haben. Die Blüten des Theestrauchs sind weiß oder röthlichweiß, mit vielen polyadelphischen Staubgefäßen. (a Blüten und Früchte tragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Stempel mit einem Staubgefäß, vergr.; c aufgesprungene Kapsel, d Kapsel von der Seite, vergr.) — Zu dieser Familie gehört auch die Gattung der Camellien (Camellia), welche in China und Japan zu Hause ist.

Zu den Guttiferen gehören ferner: die Tamariskenartigen (Tamariscineae), aus welcher Familie die deutsche Tamariske (Myricaria germanica) und der Strauch abstammt, welcher wahrscheinlich das Manna der Bibel, eine durch den Stich des Coccus manipernus hervorgerufene Ausschwitzung weißer süßer Körner, geliefert hat (Tamarix gallica v. mannifera); die Hartheugewächse (Hypericineae), deren bekannteste Art das mit Oeldrüsen enthaltenden und deshalb wie durchstochen aussehenden Blättern begabte Johanniskraut (Hypericum perforatum) ist, welches allenthalben an trockenen Orten wild wächst und ehedem officinell war; die flachsartigen Pflanzen (Lineae), zu denen die bekannte Flachs- oder Leinpflanze (Linum usitatissimum) gehört; die Clusiaceen (Clusiaceae), aus tropischen Gewächsen bestehend, deren eins, der auf Ceylon heimische Guttibaum (Hebradendron cambogioides) das als Farb- und Arzneistoff geschätzte, aus dem eingedickten Saft bestehende Gummigutt liefert; die Flügelfrüchtigen (Dipterocarpeae), ebenfalls Tropenpflanzen, von deren einer, dem auf Borneo und Sumatra wachsenden Kampherbaum (Dryobalanops Camphora), durch Anbohren der Stämme der Borneo-Kampher gewonnen wird, u. a.

XVII. Ordnung der Säulenfrüchtigen (Columniferae). Bäume, Sträucher und Kräuter mit abwechselnden einfachen handnervigen, selten handförmig zusammengesetzten Blättern, freien Nebenblättern und meist regelmäßigen Zwitterblüten, deren zahlreiche Staubfäden bald in einen den oder die Stempel umgebenden säulen- oder ringförmigen Körper monadelphisch, bald (seltener) in mehrere Bündel polyadelphisch verwachsen sind und sonst aus einem verwachsen- oder getrenntblätterigen Kelche, einer mehrblätterigen Blumenkrone und einem zusammengesetzten Blattfruchtknoten oder mehrern bis vielen einfachen Blattstempeln bestehen. Kapsel- oder Spaltfrucht. Samen mit Eiweiß. Diese Ordnung zerfällt in die Familien der Tiliaceen, Büttneriaceen, Sterculiaceen und Malvaceen.

Taf. 29, Fig. 7. Die Winterlinde (T. cordifolia). Die Gattung der Linden (Tilia) ist der Typus der nach ihr benannten Familie und durch eine kapsel- oder steinfruchtartige, aufspringende einsamige Frucht auszeichnet. Sträucher oder Bäume mit ganzen oder handförmig gelappten und mit traubig oder trugdoldig angeordneten Blüten, welche vier- bis fünfblätterige Hüllen (Blumenkrone), viele freie oder polyadelphische Staubgefäße und einen einzigen Stempel besitzen. Die Linde wächst in ganz Mitteleuropa häufig und in Deutschland findet sich auch oft angepflanzt. Hier kommt aber die Sommerlinde (T. grandifolia) vor, der Baum. Alle Linden sind durch das eigenthümliche Deckblatt ausgezeichnet, welches an den Fruchtdolde angewachsen ist. Die meisten Arten wachsen in Nordamerika, während die meisten Arten hauptsächlich in den Tropenländern wachsen. (a Zweig der Winterlinde in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte, c Fruchtbüschel in nat. Gr., c Staubgefäßbündel, e Stempel, f, g Samen im Längs- und Querschnitt.)

Fig. 8. Der Cacaobaum (Theobroma Cacao), ein Baum des tropischen Amerika, welcher der Cacaobohnen (die Samen der großen mit Brei erfüllten Früchte) liefert und jetzt auch in den tropischen Asien und Afrika im großen angebaut wird, gehört zu der Familie der Büttneriaceen, lauter Holzgewächse der Tropen, des Cacaobaums, Hollands, haben ganzrandige, fieder- oder handförmige Blätter, abfallende oder persistente Nebenblätter, tragen die meist kleinen Blüten, welche einen fünfspaltigen Kelch, 4—5 Blumenblätter, sehr viele Staubgefäße und einen fünffächerigen Fruchtknoten besitzen, in Rispen, Aehren oder Dolden. Die Frucht ist kapselartig, vielsamig. (a Blüte und fruchttragender Zweig des Cacaobaums, b Frucht im Längsschnitt, beides in $^1/_3$ nat. Gr., c Samen in nat. Gr., d Same in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fig. 9. Der Baumwollenstrauch (Gossypium religiosum), ein in Hinterindien wild wachsender, dort, wie in Westindien angebauter Strauch, mit gelben im Grunde rothen Blumen, gehört zur Familie der Malvenartigen (Malvaceae), artenreiche, sehr natürliche, über die ganze Erde verbreitete Familie ist besonders dadurch ausgezeichnet, daß die fünf Blätter der Blumenkrone und die zahlreichen monadelphischen Staubgefäße, welche sie sind und viele, selten nur fünf, wirtelförmig um eine centrale Verlängerung des Blütenbodens herumgestellt sind. Bei der Baumwollengattung (Gossypium) bilden die mehrfach vorhandenen Karpellarblätter einen gefächerten Fruchtknoten, aus dem sich eine mit Klappen aufspringende Kapsel entwickelt, mehrere in lange Haare (die Baumwolle) gehüllte Samen in jedem Fache enthält. Bei den Malvaceen (z. B. den Gattungen Malva und Lavatera u. a.) bilden die zahlreichen Stempel Einzelfruchtknoten, die sich zu einsamigen entwickeln. Die Malvaceen zeichnen sich durch Sternhaare auf den Blättern, Stengeln und Blüten aus und haben gewöhnlich einen derben Bau, Baumwollenarten, lauter Tropensträucher, Sträucher, theils Kräuter. Das schöne Blumen begabte G. herbaceum, eine einjährige, wird auch in Südeuropa (Spanien, Italien). (a Zweig des Baumwollenstrauchs mit Früchten in $^1/_4$ nat. Gr., b aufgesprungene Kelch umschlossen, c dieselbe frei, d nat. Gr.; d Samen in $^1/_3$ nat. Gr.)

In der Familie der Sterculiaceen gehören der riesige Affenbrotbaum oder Baobab (Adansonia digitata), der im tropischen Westafrika zu Hause ist, sowie die durch unförmliche Dicke und oft tonnenförmige Gestalt des Stammes ausgezeichneten Wollbäume (Bombax), ebenfalls Tropengewächse, deren Samen einem Wollschopf versehen sind.

XVIII. Ordnung der Cistusartigen (Cistoideae). Sträuchgewächse und Kräuter mit einfachen Blättern und meist mit Nebenblättern. Blüten zwitterlich, meist regelmäßig, mit getrennt blätterigem freien Kelch, hypogynisch angefügten Blumenblättern und Staubgefäßen und einem, sitzendem, meist einfächerigem Fruchtknoten. Vielsamige Kapsel, seltener Beere. Samen mit Eiweiß. — Diese Ordnung zerfällt in mehrere Familien, von denen die Veilchengewächse (Violarieae), Sonnenthaugewächse (Droseraceae), Sonnenröschenartigen (Cistineae) und die Bixaceen (Bixaceae) die wichtigsten sind. Bekannte Repräsentanten der ersten durch unregelmäßige, gespornte Blumen und aneinanderliegende Staubbeutel ausgezeichneten Familie sind das Märzveilchen (Viola odorata) und das Stiefmütterchen (V. tricolor), der zweiten Familie der niedrige in Torfmoospolstern auf Hochmooren oft häufig vorkommende Sonnenthau (Drosera rotundifolia und anglica) mit reizbaren, von langen purpurrothen Drüsenfasern gewimperten, rosettenartig angeordneten Blättern, der dritten Familie das Sonnenröschen (Helianthemum vulgare), ein kleiner an trockenen sonnigen Grasplätzen wachsender Halbstrauch. (Taf. 29, Fig. 10. Die Fliegenfalle der Venus (Dionaea muscipula), ein in Sümpfen der südlichen Vereinigten Staaten Nordamerikas wachsendes Kraut, dessen auf breitgeflügeltem Stiel befindliche gewimperte Blattscheibe bei Berührung sich zusammenschlägt und durch zum natürlichen Fliegenfänger wird, gehört zur Familie der Droseraceen, welche über die ganze Erde streut und durch anfangs gleich den Farrnblättern gerollte Blätter und Blütenähren oder Blütenaxen ausgezeichnet sind. Kelch und Blumenkrone 5 fünfblätterig, Staubgefäße fünf, zehn oder viele vorhanden und völlig frei, die Frucht ist eine vielsamige 3 bis zweifächerige Kapsel. (a eine ganze Pflanze der Gegenfalle in $^2/_3$ nat. Gr., b ausgebreitete Blüte ohne Blumenblätter, c ein Blumenblatt, d Kapsel, zweidreimal vergr.)

Fig. 11. Der Orleanbaum (Bixa orellana). Die nach diesem Baum benannte lauter Tropenpflanzen enthaltende Familie der Bixaceen besteht aus Bäumen oder Sträuchern mit abwechselnden, ganzrandigen oder gezähnten meist drüsig punktirten Blättern und abfallenden Nebenblättern, deren Blüten viele freie Staubgefäße und einen einfächerigen Fruchtknoten besitzen und eine vielsamige Kapsel oder Beere hervorbringen. Der Orleanbaum, ein Baum des tropischen Amerika, liefert den Orleanharz. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b aufgesprungene Kapsel, c dieselbe im Längsdurchschnitt, vergr.)

Zwischen den Cistoideen und Säulenfrüchtigen steht die Ordnung der Nelkengewächse (Caryophyllinae), welche in die beiden Familien der Alsineen und Silenen zerfällt. Zu letzterer gehören die verschiedenen Lichtnelken (Gattung Dianthus), die Leimkräuter (Silene), die Ackerrade (Agrostemma Githago), die Pechnelke (Lychnis Viscaria), das Seifenkraut (Saponaria officinalis) u. a. m.

XIX. Ordnung der Kreuzblütigen (Cruciflorae). Kräuter, selten Halbsträucher und Sträucher, mit abwechselnden und nebenblattlosen, einfachen oder zusammengesetzten Blättern und regelmäßigen Zwitterblüten, welche aus einem zwei- bis vierblätterigen Kelche, aus vier stets kreuzweis ausgebreiteten Blumenblättern, sechs tetradynamischen oder vielen gleichlangen Staubfäden und einem oberständigen Stempel bestehen. Mehrsamige Schoten, Schötchen oder Kapsel, seltener eine nicht aufspringende Schließ- oder eine mehrsamige Beerenfrucht. Samen mit oder ohne Eiweiß. — Unter den hierher gehörenden Familien sind die Cruciferen, Capparideen und Papaveraceen von besonderer Wichtigkeit.

Fam. 1. Kreuzblütler (Cruciferae). Pflanzen mit abwechselnden, einfachen, meist fieder- oder leierförmig zertheilten, selten ganzen Blättern und gewöhnlich doldentraubig angeordneten Blüten, welche einen vierblätterigen Kelch und sechs viermächtige Staubgefäße besitzen. Schote, Schötchen oder seltener schoten- oder schötchenförmige Schließfrucht. — Die Cruciferen, eine der größten und natürlichsten Familien, sind über die ganze Erde verbreitet, jedoch vorzüglich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel heimisch.

Taf. 29, Fig. 12. Die Gartenkresse (Lepidium sativum), einjährige, im Orient und südöstlichen Europa wildwachsende, anderwärts als Salat- und Gewürzkraut angebaute und verwilderte Pflanze, hat einen eigenthümlich scharf aromatischen Geruch, weiße Blüten und nehaderige zweisamige Schötchen. (a, b eine ganze Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., c Staubgefäße und Stempel, d aufgesprungenes Schötchen, e, f Same im Längs- und Querschnitt, dreimal vergr.)

Fig. 13. Der Goldlack (Cheiranthus Cheiri), beliebte Zierpflanze mit goldgelben oder goldbraunen, wohlriechenden, in Gärten oft gefüllten Blüten, wächst an Felsen und alten Mauern in Südeuropa wild. (Abgeb. das Ende einer Blütentraube in $^2/_3$ nat. Gr., daneben Stempel der Staubgefäße, vergr.) — Verwandte Pflanzen sind der Sommerlevkoi (Matthiola annua) und der Winterlevkoi (Matthiola incana), beide ebenfalls in Südeuropa heimisch.

Zu den Cruciferen gehören ferner: das Löffelkraut (Cochlearia officinalis), der Meerrettich (Cochlearia Armoracia), die Brunnenkresse (Nasturtium officinale), der Senf (Sinapis alba), der gemeine Blattkohl (Brassica oleracea) und überhaupt alle Kohlsorten, der Raps (Brassica campestris), der Rübsen (Brassica Rapa), der Rettich und das Radieschen (Raphanus sativus), die berühmte Rose von Jericho (Anastatica hierochuntica) u. a. m.

Fam. 2. Kapergewächse (Capparideae). Kräuter und Holzgewächse, letztere oft mit kletternden Achsen. Blätter einfach oder zusammengesetzt, mit Nebenblättern oder Stipulardornen oder ohne solche; Blüten einzeln oder in Trauben, mit meist vierblätterigem Kelch und sechs bis vielen Staubgefäßen, welche sammt den Blumenblättern auf der kugel- oder stielförmigen Verlängerung des Blütenbodens, unterhalb des Fruchtknotens eingefügt sind. Einfächerige zweiklappige, schotenartige Kapsel oder fleischige, auch wol trockene vielsamige Beere. — Gewächse der tropischen, subtropischen und wärmern gemäßigten Zone.

Taf. 29, Fig. 14. Der gemeine Kaperstrauch (Capparis spinosa), ein in Südeuropa heimischer, dorniger, rankender Strauch, dessen junge Blütenknospen getrocknet als Kapern in den Handel kommen. Die einzeln stehenden Blüten sind groß und schön, mit röthlichweißen Blumenblättern und violetten Staubfäden; die fleischigen länglichen langgestielten Beeren werden in Essig eingelegt gegessen. (a blühender Zweig, c eine Blüte in $^1/_3$ nat. Gr., b Blütenknospe (Kaper) in nat. Gr., d Fruchtknoten, vergr.)

Fam. 3. Mohnartige (Papaveraceae). Milch-

saft enthaltende Kräuter oder Halbsträucher mit abwechselnden nebenblattlosen Blättern und einzelnstehenden oder in Trauben, Trugdolden u. s. w. gestellten, regelmäßigen Zwitterblüten, welche einen zweiblätterigen beim Aufblühen abfallenden Kelch, vier Blumenblätter, viele freie Staubgefäße und einen Fruchtknoten mit sitzender oder sternförmig gelappter Narbe haben. Schotenförmige, mit zwei Klappen aufspringende oder kugelige mit Löchern aufspringende Kapsel, seltener Gliederhülse. Samen mit fleischigem ölhaltigen Eiweiß. — Die Mohngewächse bewohnen vorzugsweise die gemäßigte Zone der nördlichen Halbkugel.

Taf. 30, Fig. 2. Der gebräuchliche Mohn (Papaver officinale), im Orient heimische, dort wie auch in Europa häufig angebaute und bei uns oft verwilderte einjährige Pflanze, mit weißen, am Grunde blau oder violett gefleckten Blumenblättern, bringt eiförmige Kapseln (Mohnköpfe, capita Papaveris) hervor, welche unter der sternförmigen Narbe keine Löcher bilden wie es bei den meisten übrigen Mohnarten der Fall ist, sondern geschlossen bleiben. Aus dem Milchsaft der unreifen Kapseln wird im Orient das Opium bereitet, die Samen sind officinell, auch wird aus ihnen Oel geschlagen. (a Stück eines blühenden Stengels in $^1/_3$ nat. Gr., b Staubgefäß, c Staubbeutel, vergr.; d Fruchtknoten, verkl.; e Kapsel, zur Hälfte aufgeschnitten, in $^1/_2$ nat. Gr.; f Same, vergr.)

Zu den Papaveraceen gehören ferner: das Schöllkraut (Chelidonium majus), mit rothgelbem scharfen Milchsaft, die Eschscholtzia californica, Argemone mexicana und andere schöne Zierpflanzen.

XX. Ordnung der Polygalinen (Polygalinae). Kräuter, selten Sträucher, mit abwechselnden nebenblattlosen einfachen Blättern und meist Zwitterblüten, welche aus einem zwei- bis fünfblätterigen oder vier- bis siebentheiligen Kelche, einer unregelmäßigen, oft zweilippigen Blumenkrone, 6—8 in zwei Bündel verwachsenen oder drei bis vielen freien Staubgefäßen und einem oberständigen Stempel bestehen. Frucht sehr verschieden, Samen gewöhnlich mit Eiweiß. — Diese Ordnung zerfällt in die Fumariaceen, Polygalaceen und Resedaceen. Erstere besitzen vielfach oft in sehr feine Zipfel zertheilte Blätter und zweilippige oder zweitheilige Blüten mit sechs diadelphischen Staubgefäßen. Zu ihnen gehören der gemeine Erdrauch (Fumaria officinalis), die Lärchenspornarten (Corydalis) und das getheilte oder Jungfernherz (Dicltyra spectabilis). Die Polygalaceen haben ganze und ganzrandige Blätter und zweilippige Blüten mit acht diadelphischen Staubgefäßen. Die bekannteste Pflanze dieser Familie ist das Kreuzblümchen (Polygala vulgaris) der Wiesen. Die Resedaceen besitzen ganze oder fiederförmig zertheilte Blätter und endständige Aehren oder Trauben, deren Blüten aus einem vier- bis siebentheiligen Kelch, vier bis sieben ungleichgroßen und drei- bis vielspaltigen Blumenblättern, 12—30 freien Staubgefäßen und einem oben offenen Fruchtknoten mit drei Narben bestehen. Die Fumariaceen haben schotenförmige mehrsamige Kapseln oder einsamige Nüßchen, die Polygalaceen zweiklappige ein- oder zweifächerige wenigsamige Kapseln, die Resedaceen oben offene vielsamige Früchte.

Taf. 30, Fig. 1. Der Wau (Reseda Luteola), einjähriges in Süd- und Mitteleuropa heimisches und hin und wieder wegen des in seinem Kraut enthaltenen Pigments als Färbepflanze gebautes Gewächs, hat gelbliche Blüten in einer stets einfachen oft über ein Fuß langen Aehre. (a Stengelgipfel in $^2/_3$ nat. Gr., b Blüte von oben gesehen, c Kapsel von der Seite, stark vergr.) Eine bekannte Zierpflanze ist die wohlriechende, in Südeuropa wild wachsende Reseda (R. odorata).

Fig. 3. Die Herzblume, das [illegible] getheilte Herz (Dielytra spectabilis), [illegible] Dapurien und Nordchina stammend, [illegible] blühende, schöne Zierpflanze. (a Blüte [illegible] in $^1/_3$ nat. Gr., b zerlegte Blume in [illegible] Blüte von Fumaria officinalis, von der [illegible]

XXI. Ordnung der Lotusartigen [illegible] Krautartige, meist perennirende, selten [illegible] gellose, seltener stengeltreibende Wasser[illegible] gewächse. Blätter meist groß, bei [illegible] grundständig, sehr lang gestielt, bei [illegible] den abwechselnd oder gegenständig, [illegible] herz- oder schildförmiger Scheibe, [illegible] Regelmäßige Zwitterblüten mit [illegible] den verschieden geformten Blütenboden, [illegible] Kelch, vielen Blumenblättern und [illegible] vielen wirtelförmig gestellten Fruchtknoten [illegible] einem einzigen Fruchtknoten verwachsen [illegible] beeren-, nuß- oder kapselartig, [illegible] haltig. Zerfällt in die Familien der [illegible] Nelumbieen und Podophyllaceen.

Taf. 30, Fig. 4. Die Victoria [illegible] eine durch riesige unterseits stachelige [illegible] große, prächtig gefärbte Blumen [illegible] jährige Pflanze der großen Ströme [illegible] Südamerika, gehört zu den Nymphäen[illegible] kannteste Repräsentanten die weißen [illegible] blumen, Seerosen oder Wasserrosen [illegible] alba u. a., Nuphar luteum u. a.) [illegible] Gewässer sind. Die Nymphäaceen haben [illegible] Rhizome, langgestielte schwimmende [illegible] gestielte untergetauchte von anderen [illegible] blätter) und langgestielte grundständige [illegible] auf dem Wasserspiegel schwimmen oder [illegible] emporragen. Die Blüten besitzen [illegible] sammengesetzten vielfächerigen Fruchtknoten [illegible] oft sternförmiger Narbe, aus dem [illegible] Frucht entsteht, deren Fächer mit Bre[illegible] Samen angefüllt sind. Taf. 30, [illegible] Victoria regia sehr verkleinert an [illegible] Standorte. In unsern Treibhäusern [illegible] rühmte, 1801 von Hänke in einem [illegible] Amazonenstroms entdeckte Pflanze [illegible] Samen erzogen. Zu der Familie der [illegible] sich durch in Höhlungen des verdickten [illegible] Blütenbodens eingesenkte Fruchtknoten [illegible] samige Nüsse entstehen, sowie durch [illegible] von den Nymphäaceen unterscheiden, [illegible] rühmte heilige Lotusblume der Indier [illegible] (Nelumbium speciosum), deren Früchte [illegible]

XXII. Ordnung der Berberitzen [illegible] Diese Ordnung besteht blos aus der [illegible] Berberideen, deren Arten theils [illegible] Kräuter sind und sich vorzüglich in [illegible] Zone beider Hemisphären verbreitet [illegible] unpaarig gefiedert oder vielfach [illegible] dreitheilig oder fiederförmig zerschlitzt [illegible] oder in Trauben und Rispen, regel[illegible] bis neunblätterigem corollinischen Kelch [illegible] Blumenkrone, ebenso vielen Staubgefäßen [illegible] blättern und oberständigem einfachen [illegible] dem eine einfächerige, ein- oder wenigsamige Kapsel entsteht. Samen mit Eiweiß.

Taf. 30, Fig. 5. Der gemeine [illegible] (Berberis vulgaris), ein dorniger Strauch [illegible] Europa, der besonders gern auf Kalkboden [illegible] oft zur Zierde angepflanzt wird, [illegible] ben goldgelber Blumen und länglich[illegible]

Beeren. (a blühender Zweig in 1/4 nat. Gr., chtraube in 1/2 nat. Gr., c Blumenblatt, d Staub- deren Beutel mit zwei Klappen aufspringt, e Frucht ingsschnitt, f Samen im Durchschnitt, vergr.)

III. Ordnung der Vielfrüchtler (Polycarpicae). er, Sträucher und Bäume mit einfachen oder zu- ngesetzten, meist nebenblattlosen Blättern und äßigen oder unregelmäßigen, zwitterlichen oder hlechtigen Blüten, welche aus einem mehrblätte- Kelch und einer mehrblätterigen Blumenkrone be- und viele (mindestens drei) freie oder verwachsene pel enthalten, welche oft auf einer Verlängerung lütenbodens sitzen und unterhalb deren die meist ichen freien Staubgefäße eingefügt sind. Früchte beeren-, kapsel- oder steinfruchtartig; Samen meist haltig. — Unter den zahlreichen hierher gehörigen ien sind die folgenden bemerkenswerth.

m. 1. Mondsamenartige (Menispermeae). rnde Sträucher mit abwechselnden, einfachen, andigen, oft schildförmigen Blättern und mit un- baren, eingeschlechtigen, in Trauben oder Rispen ten Blüten, welche 3—12 Kelch- und Blumen- r (oder bisweilen nur Kelchblätter) und ebenso Staubgefäße und mehrere Fruchtknoten besitzen, enen eine Beere oder Steinfrucht entsteht. — Menispermeen sind der Mehrzahl nach Tropen- gen, einige in Japan, Sibirien und Nordamerika ause.

f. 30, Fig. 6. Der Kokkelsbeerenstrauch culus lacunosus), ein auf den Molukken einheimi- Schlingstrauch mit rispig gruppirten Blütentrau- liefert die giftigen Kokkelskörner, welche früher nell waren und jetzt von gewissenlosen Bierbrauern Fischern benutzt werden, um das Bier berauschend nachen oder die Fische im Wasser zu betäuben. Kokkelskörner sind die getrockneten kugeligen Früchte, e die Größe von Kirschen und eine runzelige, ge Oberfläche haben. (a blühender Zweig, b ein lstand in 1/3 nat. Gr.).

m. 2. Hahnenfußartige (Ranunculaceae). ter, selten Holzgewächse, mit abwechselnden, seltener e oder quirlständigen, einfachen, meist handförmig eilten Blättern und regelmäßigen, seltener unregel- gen Zwitterblüten, welche aus einem meist fünf- rigen oft corollinisch gefärbten Kelch, einer mehr- rigen Blumenkrone (fehlt bisweilen), vielen freien ngefäßen und mehrern bis sehr vielen freien ein- n Blattstempeln bestehen. Aus letztern entwickeln insamige Nüßchen oder wenigsamige Beeren oder samige Balgkapseln. — Die Ranunculaceen, eine Familie, sind über die ganze Erde verbreitet, in der gemäßigten Zone der nördlichen Halb- am häufigsten.

f. 30, Fig. 8. Der scharfe Hahnenfuß nunculus acris), gemeine Wiesenpflanze in ganz eleuropa, wird gegen drei Fuß hoch, hat hand- ig zerschnittene Blätter und glänzend goldgelbe nen. Wie bei allen Ranunkeln enthält jede Blüte Menge in ein Köpfchen gruppirte, an einer Ver- erung des Blütenbodens sitzende Stempel, aus n einsamige Nüßchen hervorgehen. (a blüten- nder Gipfeltheil des Stengels in 1/3 nat. Gr., uchstand in nat. Gr.)

g. 9. Die Küchenschelle (Pulsatilla pratensis), auf sandigen und kalkigen sonnigen Hügeln in eleuropa vorkommende, im Frühling blühende, imelle Pflanze mit nickender glockenförmiger braun- tter Blüte, deren Hülle blos aus dem gefärbten d (nach andern Perigon) besteht. (a eine ganze nze ohne Wurzel in 1/3 nat. Gr., b Blütenboden mit einem der in einen federigen Schwanz — den aus- gewachsenen Griffel — auslaufenden Nüßchen, vergr.)

Mit den Küchenschellen sind sehr nahe verwandt die Windblumen (Anemone), die sich fast nur durch ungeschwänzte Nüßchen von jenen unterscheiden. Zu dieser Gattung gehört die weißblühende Waldanemone oder das Waldhühnchen (A. nemorosa) und das blaublühende Leberblümchen (A. Hepatica), zwei allgemein verbreitete und bekannte Wald- und Frühlingsblumen.

Fig. 10. Die schwarze Nießwurz (Helleborus niger), eine in den Kärntner- und Krainer Alpen wachsende, heilkräftige, perennirende Pflanze mit lederartigen fußförmigen grundständigen Blättern von mehrjähriger Dauer und ebenfalls grundständigen, ein- bis zweiblütigen Blütenschäften und großen Blüten mit röthlichweißem corollinischen Kelch, aus deren Stempeln mehrsamige Balgkapseln entstehen. Blüht im Winter (December bis März), wird deshalb auch Winter- und Christwurz genannt und nicht selten als Zierpflanze cultivirt. (a Blütenschaft und Blatt in 1/3 nat. Gr., b Stempel und ein Staubgefäß nebst zwei der röhrigen Blumenblätter, welche viel kürzer als der Kelch sind, in nat. Gr.; c Stempel im Längsschnitt, vergr.; d, e Samen von der Seite, im Längs- und Querschnitt, vergr.)

Fig. 11. Der Sturmhut (Aconitum Napellus), eine in den Gebirgen Mitteleuropas und Sibiriens an Bächen wild wachsende, in Gärten häufig zur Zierde angebaute Gift- und Heilpflanze mit knolligen Wurzeln und dunkelblauen Blumen, ist besonders, wie alle Arten der Gattung Aconitum durch die helmartige Form der Blume ausgezeichnet. Dieser Helm wird aus den fünf sehr verschieden gestalteten corollinischen Kelchblättern gebildet (c). Unter dem obern Kelchblatt liegen die zwei als gestielte Kapuzen ausgebildeten Blumenkronenblätter (d). Aus den Stempeln (3—5) entstehen auch hier Balgkapseln. (a Stengelgipfel mit einer Blütentraube und Stengelblatt, b Wurzelstock in 1/3 nat. Gr., c Blume, d Staubgefäße und Kronenblätter in nat. Gr.). Mit Aconitum ist nahe verwandt die Gattung der Rittersporne (Delphinium), deren Blüte zweilippig geformt und gespornt ist. Das oberste der fünf corollinischen Kelchblätter läuft hier in einen hohlen Sporn aus, welcher zwei ebenfalls gespornte Blumenkronenblätter umschließt. Verschiedene Arten (D. Consolida, Ajacis, elatum) sind beliebte, sehr verbreitete Zierpflanzen.

Fig. 12. Die Akelei (Aquilegia vulgaris), bekannte Zierpflanze mit violetten, dunkelblauen, rosenrothen oder weißen Blumen, welche auch in Deutschland, wie überhaupt in ganz Mitteleuropa und einem Theil von Asien in Laubwäldern wild wachsend vorkommt. Die Gattung Aquilegia ist ebenfalls durch den Bau der übrigens vollkommen regelmäßigen Blüte sehr ausgezeichnet. Der corollinische Kelch besteht aus fünf flachen Blättern, die Blumenkrone aus fünf mit jenen abwechselnden nach unten in einen hohlen Sporn verlängerten Blumenblättern. Aus den Stempeln entstehen auch Balgkapseln. (a blütentragender Zweig und ein Blatt in 1/3 nat. Gr., b Stempel und Staubgefäße, c Stempel im Längsschnitt, vergr.)

Fig. 13. Die Pfund- oder Gichtrose (Paeonia officinalis), eine in Gebirgsgegenden Südeuropas wild wachsende und in Mitteleuropa sehr häufig zur Zierde meist mit gefüllten Blumen angebaute Staude mit knolligen Wurzeln, besitzt wie alle Päonien einen mit großen doppelt fiederschnittigen Blättern besetzten Stengel und endständige große Blüten mit fünf krautigen dicken bleibenden Kelchblättern und 5—10 purpurnen Blu-

menblättern. Aus den 2—3 dickfilzigen Fruchtknoten werden vielsamige Balgkapseln. Wurzeln, Blüten und Samen dieser Pflanze und einiger andern verwandten Arten sind oder waren officinell und galten ehedem für ein Heilmittel gegen die Gicht. (a Stengelgipfel, b Wurzelstock, c aufgesprungene Früchte, d Stempel, e Querschnitt eines solchen, f Staubgefäß, g, h, i Samen ganz, im Längs- und Querschnitt; alles in $^1/_3$ nat. Gr.

Zu den Ranunculaceen gehören ferner: die Waldreben (Clematis), Wiesenrauten (Thalictrum), der Schwarzkümmel (Nigella sativa) u. a. m.

Fam. 3. Magnolienartige (Magnoliaceae). Immergrüne Bäume und Sträucher der tropischen und subtropischen Zone beider Hemisphären mit abwechselnden, einfachen, ganzrandigen oder gelappten, oft drüsig und durchsichtig punktirten Blättern und häutigen Nebenblättern. Blüten regelmäßig, meist einzeln endständig, seltener achselständig in Büscheln und Trauben, mit mehrblätterigem Kelch und sechs- bis mehrblätteriger Blumenkrone, vielen freien Staubgefäßen und vielen an einer Verlängerung des Blütenbodens ähren-, seltener quirlförmig angeordneten Stempeln, aus denen Kapseln, Beeren, Balg- oder Flügelfrüchte entstehen. Samen mit fleischigem Eiweiß.

Taf. 30, Fig. 7. Der Sternanis (Illicium stellatum), ein in China heimischer Baum, mit achselständigen Blüten, aus deren wirtelförmig angeordneten Stempeln sternförmige Gruppen von Balgkapseln entstehen, die wegen ihres flüchtigen anisartigen Oels unter dem Namen Sternanis als Gewürz und Heilmittel gebraucht werden. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Staubgefäße, c Stempel in nat. Gr., d Frucht in $^1/_3$ nat. Gr.)

Fig. 14. Die großblumige Magnolia (Magnolia grandiflora). Die Magnolien sind prächtig belaubte und schönblühende Bäume des tropischen und subtropischen Nordamerika und Asien mit großen einzelnstehenden Blüten, welche einen dreiblätterigen Kelch, 6—15 Blumenblätter und viele ährenförmige Stempel besitzen. Aus diesen entstehen zweiklappige holzige Kapseln, aus welchen die Samen (1—2) an langen Fäden heraushängen. M. grandiflora ist ein nordamerikanischer bei uns oft im Gewächshaus cultivirter Baum mit großen weißen wohlriechenden Blumen, dessen bittere Rinde in seiner Heimat gegen Fieber angewendet wird. (a Blatt- und Blütenzweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Fruchtähre in $^1/_2$ nat. Gr.)

Zu den Magnoliaceen gehört auch der bekannte, noch in Norddeutschland im Freien aushaltende Tulpenbaum (Liriodendron tulipifera), welcher ebenfalls in Nordamerika zu Hause ist. Mit den Magnoliaceen nahe verwandt sind die Anonaceen. Die Früchte dieser Gewächse, Bäume des tropischen Amerika, sind wegen ihres würzigen Wohlgeschmacks berühmt. Es verwachsen hier nämlich die zahlreichen Stempel der Blüte zu einer gemeinschaftlichen beerenartigen Scheinfrucht von der Größe eines Apfels. Besonders geschätzt ist die Frucht der Anona Cherimolia, die sogenannte Chirimoya, deren grüne Schale mit facettenartigen Schuppen bedeckt und deren blutrothes saftiges Fleisch von köstlichem Geschmack ist. Der Chirimoyabaum ist im äquatorialen Amerika zu Hause und wird in den Tropenländern wie auch im südlichsten Europa (z. B. um Malaga) cultivirt.

III. Pflanzengeographie.

(Tafel 31.)

Die als Wissenschaft zuerst von A. von Humboldt begründete Pflanzengeographie hat eine vierfache Aufgabe, nämlich: Erstens, die Ursachen [illegible] welche der Verschiedenartigkeit in den [illegible] der Verbreitung der Pflanzenarten [illegible] viduen und in der Vertheilung der [illegible] zusammengesetzten Pflanzendecke (Vegetation) [illegible] liegen. Zweitens, die verschiedenen [illegible] Vorkommens und der Verbreitung [illegible] schildern. Drittens, die Vertheilung [illegible] auf der Erdoberfläche und ihre Zu[illegible] verschiedenen Gegenden der Erde zu [illegible] tens, die geselig wachsenden oder [illegible] ausgezeichneten Pflanzen hinsichtlich [illegible] sehens miteinander zu vergleichen [illegible] die eigenthümliche Physiognomie der [illegible] heben, sowie die Physiognomie der [illegible] schiedenen Gegenden der Erde zu schildern. [illegible] letzten Zweige pflanzengeographischer [illegible] auch Statistik und Physiognomik [illegible] genannt.

Unter den Ursachen, welche der Verschiedenheit des Vorkommens und der Verbreitung der [illegible] Grunde liegen, spielen Boden und [illegible] hervorragendste Rolle. Der erste Theil der [illegible] geographie fällt deshalb mit der Bodenkunde [illegible] Klimalehre (Meteorologie) zusammen [illegible] ein Theil der physischen Geographie. [illegible] der Erde, wo die Beschaffenheit des [illegible] siedelung von Pflanzen gestattet, und [illegible] Feuchtigkeit, Licht und Luft sich vereinigen [illegible] mögen Pflanzen zu wachsen und [illegible] wirklich vor. Denn wir finden [illegible] Spalten nackter harter Gesteine, ja sogar [illegible] (Flechten), und ebenso in den ödesten [illegible] Sandwüsten und Salzsteppen, sobald [illegible] und Licht auch einige Wärme und [illegible] handen sind. Je nahrhafter aber der [illegible] wärmer und feuchter das Klima ist, [illegible] Pflanzenformen und desto üppiger [illegible] auch die Pflanzendecke der Erde. Je [illegible] flächengestaltung, dem Aggregatzustand [illegible] Zusammensetzung und dem Feuchtigkeitsgrade des wechselt die Zusammensetzung der [illegible] deckenden Vegetation. So haben [illegible] thonhaltige Landstriche stets eine ärmere [illegible] sammengesetzte und zum großen Theil [illegible] Pflanzenarten bestehende Vegetation, [illegible] an Kalisalzen reicher, lockerer und feuchter [illegible] kalkhaltiger Boden. Es gibt Pflanzen [illegible] Vorkommen an das Vorwalten eines bestimmten [illegible] standtheils gebunden ist, z. B. sehr viele [illegible] Kalkboden gedeihen, oder auf Salz-, [illegible] haltigem Moorboden (Kalk-, Salz-, [illegible] Dergleichen Pflanzen hat Unger Bodenzeiger [illegible] im Gegensatz zu den Bodenholden, [illegible] welche auf verschiedenen Bodenarten [illegible] auf einer bestimmten (z. B. Kalkboden) [illegible] Menge und bestem Wuchse vorkommen [illegible] Bodenvagen, d. h. solchen, die [illegible] allerlei Boden ein gleichgutes [illegible] gleichhäufiges Vorkommen zeigen. [illegible] zen sind nach dieser Eintheilung [illegible] wenigsten bodenvage. Ferner unterscheiden [illegible] dem Vorkommen Wasser-, Sumpf-, Sand-, Felsen-, Schuttpflanzen, Pflanzen der [illegible] (Unkräuter), Wald-, Steppen-, Wüsten- [illegible] birgs-, Alpenpflanzen u. s. w.

Von viel größerm Einfluß auf die [illegible] und namentlich auf die Verbreitung [illegible] der Pflanzenarten ist die Verschiedenheit [illegible] Zunächst tritt der Einfluß der [illegible]

hältnisse der Atmosphäre in der Ver- Pflanzenarten, Gattungen und Familien rizontaler als verticaler Richtung (in Ge- entschieden auf. A. v. Humboldt ver- tlich die Orte gleicher mittlerer Jahres- durch Linien und nannte diese Linien n. Diese Linien verlaufen zwar parallel, Parallelkreisen oder Breitegraden, aber parallel mit dem geographischen Aequator, en die verschiedenartigsten Krümmungen elche theils durch große Wassermassen n), theils durch hohe Gebirge und beson- r bedingt sind, worauf hier nicht weiter ein- den kann. Der thermische Aequator, d. h. die r höchsten mittlern Jahrestemperatur von chneidet den geographischen Aequator an n, in der Sundastraße und im Großen Punkte der niedrigsten Mitteltemperatur Kältepole. Und zwar nimmt man auf der Halbkugel 2 Kältepole an, von denen der eine in Sibirien (im Meridian von Jrkutsk), (—19,7° C.) in Amerika im Meridian liegt. Größer als der Einfluß des Ver- Isothermen hat sich derjenige des Verlaufs ten und Jsochimenen, d. h. der Linien lerer Sommer- und Wintertemperatur auf ng der Pflanzen herausgestellt. Nur wenige d über die ganze Erdoberfläche verbreitet che Pflanzen), die meisten haben einen viel Verbreitungsbezirk (Areal), bei dem man und äquatoriale, eine Ost- und Westgrenze Der Verlauf der Jsotheren und Jsochimenen züglich die Grenzen der Verbreitungsbe- Süden und Norden, und da sich diese unter n Linien schneiden, auch die Grenzen gegen Osten. So wird z. B. der Verbreitungs- chte (Abies excelsa) gegen Norden und er Jsochimene von — 10°, gegen Süden von der Jsothere von + 15° begrenzt. Erhebung über die Meeresfläche die mittlere des Jahres und der Jahreszeiten ähnlich, horizontalen Richtung vom Aequator nach abnimmt (im Durchschnitt entspricht eine von 90 bis 100 Toisen einer Wärme- n 1° C.), so wird der Verbreitung einer in verticaler Richtung, also in Gebirgen, estimmte mittlere Temperatur des Winters tzt. Wirkliche Gebirgspflanzen, d. h. solche n Gebirgen, nicht aber in der Ebene (im Meeresoberfläche) gedeihen, zeigen eine untere Grenze ihres Verbreitungsbezirks, die untere Grenze durch eine bestimmte mmertemperatur, die immer geringer sein mittlere Sommertemperatur der Tiefebene. Nicht minder einflußreich als die Ver- der Wärme ist die Verschiedenheit des itsgehaltes der Luft und der Menge der ischen Niederschläge (kurzweg Regen- nt). Durch sie wird vorzugsweise die Ver- des Küsten- oder Insel- und des Con- mas bedingt. Letzteres zeichnet sich durch er und kalte Winter, im Sommer durch und kühle Nächte, überhaupt durch große der Temperatur und schroffste Uebergänge Extrem zum andern, wie durch eine ver- trockene Luft und geringe Regenmenge nd das Küstenklima milde Sommer und Sommer wenig heiße Tage und warme e großen Temperaturextreme und sanfte von einem Extrem zum andern, endlich eine stets feuchte Luft und bedeutende Regenmenge zeigt. Da nun die Mehrzahl der Pflanzen einen gleichmäßigen Gang der Temperatur und eine reichliche Menge von Luftfeuchtigkeit und Regen liebt, so erklärt es sich, weshalb in Küstengegenden und auf Inseln die Vegetation stets reicher zusammengesetzt und üppiger ist als im Innern größer Continente. Je höher zugleich die Mitteltemperatur des Jahres ist, desto reichhaltiger pflegt auch, eine passende Bodenbeschaffenheit vorausgesetzt, die Vegetation der Küstenländer und Inseln zu sein, z. B. unter dem Aequator und in den Tropengegenden. Sehr modificirend wirken aber auf diese Verhältnisse die kalten und warmen Luft- (die Winde) und Meeresströmungen ein. Der warme Golfstrom, welcher aus dem Meerbusen von Mexico kommend längs der norwegischen Küste um das Nordcap ins Nördliche Eismeer vordringt, modificirt das Küstenklima Norwegens so bedeutend, daß in Lappland noch unter 70° Breite Roggen gebaut werden kann, während diese Getreideart an der gegenüberliegenden Küste von Grönland schon unter dem 60° nicht mehr gedeiht. Die kalten Ostwinde, welche im Winter und Frühling von Sibirien her das große osteuropäische Flachland bestreichen, machen den Winter in den Ostseeprovinzen Rußlands um vieles kälter, als in dem unter gleicher Breite gelegenen Schottland. Im allgemeinen hat sich aber herausgestellt, daß auf der nördlichen Halbkugel die Ostküsten ein beträchtlich älteres Klima haben als die Westküsten. Ueberhaupt wird das Klima eines Landes durch die Lage (Exposition) zur Himmelsgegend und im Innern durch die Erhebung des Bodens, durch das Vorhandensein oder Fehlen großer Wasser- und Waldmassen u. s. w. vielfach modificirt, doch kann hier auf eine Erörterung der localen Verschiedenheiten des Klimas nicht eingegangen werden.

Unter Beachtung der Verschiedenheiten des Klimas und besonders der Wärme auf der Erdoberfläche hat man nun folgende pflanzengeographische Zonen (in horizontaler Richtung) und Regionen (in verticaler Richtung) festgesetzt.

1. Die Aequatorial- oder Aequinoctialzone, vom Aequator bis 15° nördl. und südl. Br., zwischen den Jsothermen von + 28 und 26° C. gelegen, oder die Zone der Palmen und Bananen.

2. Die tropische Zone oder die Zone der Feigenbäume und Baumfarrn, von 15 bis 28° Br. (auf jeder Hemisphäre), zwischen den Jsothermen von + 25 und 23° gelegen.

3. Die subtropische Zone oder die Zone der Myrten und Lorbern, von 23 bis 34°, zwischen den Jsothermen von + 23 und 17°.

4. Die wärmere gemäßigte Zone oder die Zone der immergrünen Laubhölzer, von 34 bis 45°, zwischen den Jsothermen von + 17 und 12°.

5. Die kältere gemäßigte Zone oder die Zone der sommergrünen Laubhölzer, von 45 bis 58°, zwischen den Jsothermen von + 12 und 6°.

6. Die kalte Zone oder die Zone der Nadelhölzer, von 58 bis 66°, zwischen den Jsothermen von + 6 und 4°.

7. Die arktische (resp. antarktische) Zone oder die Zone der Alpensträucher, von 66 bis 72°, zwischen den Jsothermen von + 2 und 0° C.

8. Die Polarzone oder die Zone der Alpenkräuter, von 72.° Breitengrade und der Jsotherme von 0° C. an.

Diesen acht Zonen entsprechen zwischen den Wendekreisen und besonders unter dem thermischen Aequator folgende acht Pflanzenregionen:

1. Heiße Region oder Region der Palmen

und Bananen, von der Meeresfläche bis 1900 par. Fuß, mit einer mittlern Jahrestemperatur von + 27 bis 23° C.

2. Untere warme Region oder Region der Feigen und Baumfarrn, von 1900 bis 3800 Fuß, mit + 23 bis 20° C. mittlerer Jahrestemperatur.

3. Obere warme Region oder Region der Myrten und Lorbern, von 3800 bis 5700 Fuß und einer Mitteltemperatur des Jahres von + 20 bis 17° C.

4. Laue Region oder Region der immergrünen Laubhölzer, von 5700 bis 7600 Fuß und + 17 bis 14° Jahrestemperatur.

5. Kühle Region oder Region der sommergrünen Laubhölzer, von 7600 bis 9500 Fuß und einer Jahrestemperatur von + 14 bis 11° C.

6. Kalte Region oder Region der Nadelhölzer, von 9500 bis 11400 Fuß und einer Jahrestemperatur von + 11 bis 7° C.

7. Untere Schneeregion oder Region der Alpensträucher, von 11400 bis 13300 Fuß, und einer Jahrestemperatur von + 7 bis 4° C.

8. Obere Schneeregion oder Region der Alpenkräuter, von 13300 bis 15200 Fuß und darüber, mit einer mittlern Jahrestemperatur von + 3° bis 0° C. und weniger.

Für die Alpen, welche sich auf der Grenze zwischen der kältern und wärmern gemäßigten Zone befinden, hat Heer folgende fünf Regionen aufgestellt: 1) Untere Laubwald- oder angebaute Region, von der Ebene (1000 Fuß) bis 2500 Fuß; 2) obere Wald- oder Buchenregion, von 2500 bis 4000 Fuß; 3) Region der Nadelhölzer oder subalpine, von 4000 bis 5500 Fuß; 4) Region der Alpensträucher oder untere alpine, von 5500 bis 7000 F.; 5) Region der Alpenkräuter oder obere alpine (Schneeregion), von 7000 Fuß bis an die Grenze des ewigen Schnees.

Während die Beschaffenheit des Bodens und klimatische Verhältnisse die Vertheilung einer Pflanzenart innerhalb ihres Verbreitungsbezirks und die Ausdehnung des letztern in der Hauptsache bedingen, wird die unmittelbare Verbreitung der Pflanzen selbst theils durch Wind- und Wasserströmungen, theils durch Thiere und Menschen vermittelt. Eine Unzahl von Samen und Früchten von Tausenden von Pflanzen werden alljährlich durch den Wind über weite Länderstrecken verbreitet, andere durch Flüsse aus den Gebirgen in die Ebenen hinab-, oder durch Meeresströmungen und Wegengang von einer Küste an die andere geschwemmt. So erscheinen im Bett der Isar bei München Pflanzen, die in den höhern Regionen der Alpen heimisch sind, so werden alljährlich vom Golfstrom Samen amerikanischer Pflanzen an die Küsten Europas gespült, die sich hier entweder, gewöhnlich nur vorübergehend, ansiedeln oder zu Grunde gehen. Durch den Wind werden namentlich leichte, zumal mit Haarbüscheln, Federkronen und andern Flugorganen versehene Samen und Früchte, durch das Wasser schwerere Samen und Früchte fortgeführt. Beeren und andere saftige Früchte werden von vielen Vögeln als Nahrung benutzt und ihre Samen mit den Excrementen dieser Thiere oft in weiter Ferne von dem Standort der Pflanze der Erde übergeben. Daraus erklärt sich z. B. die so unregelmäßige und sporadische Verbreitung der gemeinen Mistel (Viscum album) in Europa. Aber auch der Mensch hat wesentlich zur Verbreitung vieler Pflanzen beigetragen und thut dies noch alljährlich. Nicht allein hat das wandernde Menschengeschlecht eine große Anzahl Culturpflanzen über weite Länderstrecken, ja (z. B. den Weizen) fast über die ganze Erdoberfläche verbreitet; mit den Culturpflanzen sind von den Menschen [illegible] Menge von Unkräutern, welche [illegible] wissen Culturpflanzen zusammen[illegible] worden. Dieselben Unkräuter, welche [illegible] in Deutschland wachsen, finden sich [illegible] Theil auch in Amerika und Neuholland. Culturpflanzen, deren Anbau seit [illegible] betrieben worden ist, kennen wir [illegible] noch die Stammpflanze; aber ihre [illegible] bekannt. So folgte die Weinrebe [illegible] Weizen den Römern, der Roggen [illegible] Baumwolle den Arabern in [illegible] diese Völker bei der Ausbreitung ihre[illegible] ihres Handels drangen. Zu Cato's [illegible] Römer weder süße Kirschen, noch [illegible] Maulbeerbäume. Alle diese Früchte [illegible] Asien gekommen, obwol von vielen [illegible] des Süßkirschenbaums, der unveredelte [illegible] Vogelkirschbaum (Prunus avium) [illegible] dieser nicht etwa als ein verwilderter [illegible] zu betrachten ist — behauptet wird, [illegible] europa, wo die Vogelkirsche ja häufig [illegible] findet, einheimisch sei. Ein Süßkirschenbaum, [illegible] reifen Früchten beladen, schmückte den [illegible] des Lucullus. Schon hundert Jahre [illegible] Cultur dieses Baums in Frankreich, [illegible] Deutschland verbreitet.

Hinsichtlich der Vertheilung der Pflanzen innerhalb des Verbreitungsbezirks läßt [illegible] ein Maximum und Minimum erkennen. [illegible] gilt von der Vertheilung der Arten [illegible] innerhalb des Verbreitungsbezirks der [illegible] der Vertheilung der Gattungen einer [illegible] Verbreitungsbezirke. So kommen z. B. [illegible] der Erde mehr Gattungen und Arten [illegible] naceen vor, wie im tropischen Afrika [illegible] reicht diese über die ganze Erdoberfläche. [illegible] Familie das Maximum ihres Vorkommens [illegible] dem Vorherrschen bestimmter Pflanzen[illegible] der Zusammensetzung der Vegetation [illegible] ganze Erdoberfläche in 25 pflanzengeographische [illegible] eingetheilt, welche wieder in Provinzen [illegible] gebiete zerfallen, z. B. ein Reich der [illegible] Cruciferen angenommen, welches die [illegible] Europas und eine breite Zone von [illegible] und in die beiden Provinzen der [illegible] und mitteleuropäische Flora) und [illegible] Halophyten und Cynarocephalen (mittelasiatisch) zerfällt. Römer dagegen nimmt nur [illegible] der ganzen Erde an, denen er geographisch [illegible] gibt: 1) das nordische, 2) das mittelasiatische, 3) das südasiatische, 4) das ostindische, 5) [illegible] 6) das afrikanische, 7) das mittelamerikanische, 8) das südamerikanische, 9) das antarktische [illegible]

Aufgabe der Statistik der Vegetation [illegible] die Gesammtzahl der Arten, welche [illegible] Vegetationsdecke der Erde zusammensetzen, [illegible] eine Aufgabe, von deren Lösung wir [illegible] fernt sind. Ja, es ist sogar unmöglich, [illegible] heit anzugeben, wie viel Pflanzenarten [illegible] bekannt sind, da der Begriff der Art [illegible] matikern sehr verschieden aufgefaßt wird. [illegible] Zeit waren etwa 8000 Arten bekannt, [illegible] Zahl der bekannten vielleicht auf 100[illegible] werden. Leichter ausführbar und [illegible] ist es, die Verhältnißzahlen zu erm[illegible] innerhalb eines gegebenen Florengebietes [illegible] eines Erdtheils, z. B. Europas) die [illegible] und Gattungen hinsichtlich ihrer Arten [illegible] stehen und die gefundenen Verhältnis[illegible]

rselben Familien und Gattungen der an- oder anderer Florengebiete zu vergleichen, ch allein kann ein klarer Ueberblick über die etung der Vegetation eines Florengebiets verden. Man ermittelt zunächst die Gesammt- Pflanzen oder der einer bestimmten Abtheilung nreichs (z. B. den Dikotylen) angehörenden es gewählten Florengebiets, und vergleicht Summe sämmtlicher Arten einer jeden Ordnung u. s. w. Das gefundene Resultat der durch einen gemeinen Bruch oder durch tisches Verhältniß ausgedrückt. So bilden z. B. ulaceen auf Sicilien $^1/_{30}$ der Gesammtzahl pflanzen oder verhalten sich zu diesen wie 1:50. eichung der Floren von Sicilien, Deutschland maße des ehemaligen Deutschen Bundes) und ergibt unter anderm, daß sich in diesen drei r Gesammtzahl ihrer Samenpflanzen verhalten:

	in Sicilien	in Deutschland	in Schweden
neen	wie 1 : 10,6	1 : 12,3	1 : 11,4
ceen	wie 1 : 40,0	1 : 18,6	1 : 12,5
siten	wie 1 : 8,7	1 : 8,2	1 : 11,1
ren	wie 1 : 21,0	1 : 18,2	1 : 22,2
inosen	wie 1 : 8,8	1 : 18,4	1 : 25,0

lan übersieht hieraus mit einem Blick, daß die r Arten der angeführten Familien in Europa nach Norden abnimmt. Auf dieselbe Weise die Holzgewächse, perennirenden, zwei- und Pflanzen verschiedener Florengebiete miteinleichen.

hysiognomik der Vegetation hat den eigen- Charakter (die Physiognomie) der Vegetation Zone und Region, eines jeden pflanzengeo- Reichs und Florengebiets festzustellen und u, durch welche in der Vegetation eines jeden ebiets enthaltenen Pflanzen oder Pflanzen- essen Physiognomie bedingt wird. Solche gnomie der Vegetation bestimmende Pflanzen- at A. von Humboldt Pflanzenformen ge- deren 16 unterschieden. Spätere Pflanzen- n vermehrten diese Zahl auf 20, und wir eren 35 annehmen, nämlich: 1) die Gräser- die Bananenform, 3) die Pandanenform, omeliaceenform, 5) die Agavenform, 6) die m, 7) die Farrnform, 8) die Mimosenform der zartgefiederten Laubbäume, 9) die Jugl- rm oder Form der grobgefiederten Laubbäume, form der Laubbäume mit einfachen Blättern, Coniferenform oder Form der nadel- und lätterigen Bäume, 12) die Casuarinenform, roteen-, Criten- und Epacridenform, 14) die m, 15) die Cistusform, 16) die Rosenform, orm der strauch- und baumartigen Compositen, Form der strauchartigen Labiaten, 19) die rm, 20) die Astragaleenform, 21) die Umbelli- , 22) die Distelform, 23) die Cactusform, rassulaceenform, 25) die Lilienform, 26) die nform, 27) die Orchideenform, 28) die Pothos-) die Lianenform, 30) die Loranthaceenform, Form der Halbsträucher, 32) die Form der tter, 33) die Moosform, 34) die Flechtenform, Lemnenform. Die Beschränktheit des Raums nicht, alle diese Pflanzenformen zu schildern; daher nur einige der wichtigsten herausgegriffen charakterisirt werden. Die Palmenform, außer den eigentlichen Palmen auch die baum- liaceen (Yucca) und Asparageen (Dracaena) ist von alters her als die edelste Pflanzen- rachtet worden. Sie nimmt vom Aequator nach der gemäßigten Zone hin an Stärke und Größe ab; dennoch verleiht die bescheidenste aller Palmen, die niedrige europäische Zwergpalme (Chamaerops humilis), wenn sie große Strecken in dichtem Bestande bedeckt (z. B. in den Ebenen Andalusiens), der Vegetation ein sehr eigenthümliches Gepräge. Zu den Palmen gesellt sich in allen Tropenländern die Bananenform, von den Scitamineen und Marantaceen gebildet. Niedrige, aber saftreiche fast krautige Stämme tragen dünn und locker gewebte, zartgestreifte, seidenartig glänzende Blätter von bisweilen riesiger Größe. Auf ihrer Frucht beruht die Nahrung fast aller Tropenbewohner. Wenn der getreidebauende Mitteleuropäer einförmige weitgedehnte Grasfluren hervorbringt, die wenig den Anblick der Landschaft verschönern, so vervielfacht dagegen der sich ansiedelnde Tropenbewohner durch Bananenpflanzungen eine der herrlichsten Pflanzengestalten. Die Mimosenform, Bäume und Sträucher mit doppelt und dreifach gefiederten oder einfach aber zart (kleinblätterig) gefiederten Blättern (Acacia, Mimosa, Tamarindus, Schinus u. a.), ist ebenfalls den Tropengegenden angehörig und gereicht denselben zu hohem Schmuck. Ihr feingefiedertes Laub hat etwas unbeschreiblich Luftiges und Elegantes. Eine Erschütterung des Bodens, sogar der Hufschlag eines dahineilenden Pferdes ist hinreichend, um solche Pflanzenmassen in Bewegung zu setzen. Die tiefe Himmelsbläue, durch die zartgefiederten Blätter schimmernd, ist von überaus malerischem Effect. Die Cactusform, starre, säulen- oder schlangenförmige, kugelige, fleischig gegliederte blattlose, oft von Stacheln starrende, aber mit in den brennendsten Farben prangenden Blüten besetzte Pflanzengestalten, belebt die öden, fast vegetationslosen Wüsten und nackten Felsengegenden des westlichen Südamerika und Mexicos und bringt einen höchst eigenthümlichen Zug in die Physiognomie der Landschaft. Im tropischen Afrika ist diese Form durch die cactusartigen Euphorbien, die fleischigen Cacalien, am Cap durch die Stapelien repräsentirt. Die Form der Nadelhölzer belebt durch ihr ewiges Grün die Winterlandschaften der kalten und gemäßigten Zone, verleiht aber, in reinen Beständen allein wachsend, als ausgedehnter Nadelwald, der von ihr bedeckten Landschaft eine einförmige, ja düstere Physiognomie. Sehr angenehm wirkt dagegen diese Pflanzenform im Gemisch mit der hellgrün beblätterten Form der einfachblätterigen sommergrünen Laubhölzer. Diese beiden Pflanzenformen bestimmen vorzugsweise den Vegetationscharakter in der kältern gemäßigten und kalten Zone.

Erläuterung der Karte. Nr. 1 zeigt die Verbreitung des Anbaues der wichtigsten Culturpflanzen der Erde auf deren gesammter, in Mercator's Projection dargestellten Oberfläche. Die einzelnen Culturpflanzen sind durch verschiedene Farben und Zeichen angegeben. Man übersieht mit einem Blicke, daß unter den einzelnen Getreidearten der Weizen die größte Verbreitung gefunden hat, indem derselbe rings um die Erde, auf beiden Hemisphären gebaut wird. Doch nimmt sein Anbau auf der nördlichen Halbkugel ungleich größere Flächen ein, als auf der südlichen. Im tropischen Asien erscheint der Weizen durch den Reis ersetzt, welcher auch im tropischen Afrika und selbst in Südamerika bedeutende Flächen einnimmt. Verglichen mit diesen beiden Getreidearten steht der Roggen, eine vorzugsweise für die kältere gemäßigte Zone geeignete Brotfrucht, bei weitem zurück. Mit dem Weizen wird fast überall Gerste, mit dem Roggen Hafer angebaut; beide Getreidearten gedeihen aber auch noch jenseits der Polargrenze des Roggenbaus und bilden daher in Nordeuropa und in Sibirien noch eine breite Culturzone für sich allein. In der Neuen Welt, na-

mentlich zwischen den Wendekreisen und in der nördlichen gemäßigten Zone spielt der Anbau des Mais eine hervorragende Rolle, desgleichen an der Westküste des tropischen Afrika (hier im Verein mit Reis) und in den Umgebungen des Mittelländischen Meeres (dort im Verein mit Weizen). Nächst den mehlspendenden Getreidegräsern ist die Kartoffel wol die verbreiteste und daher wichtigste Nährpflanze geworden, indem deren Anbau sowol innerhalb der Wendekreise, als noch in der kalten Zone möglich ist. Noch ist auf dieser Karte die Verbreitung des Kaffeebaues, welcher jetzt große Länderstrecken in den Tropenländern der Alten und Neuen Welt einnimmt, angegeben, sowie diejenige der nur in Indien und China angebauten Sagopalmen. Die schwarzen geschlängelt verlaufenden Linien sind Isothermen, und zwar die Isotherme von 0° der nördlichen Hemisphäre, sowie die Linie der höchsten Jahreswärme (der thermische Aequator) stärker angelegt als die übrigen.

Nr. 2 veranschaulicht die Verbreitung des Ackerbaues, Weinbaues und des Waldes (d. h. der größern Waldmassen) in Mitteleuropa. Durch rothe Linien sind die Polargrenzen der Buche, Edeltanne, Edelkastanie, des Weinstocks und des Oelbaums bezeichnet, wobei bemerkt werden muß, daß die Linien des Weinstocks und der Edelkastanie nur die Grenzen des Anbaues dieser Gewächse im großen (des Weinbaues zur Gewinnung von Wein und des Anbaues der Kastanie als Forst- und Obstbaum) bezeichnen, indem beide Pflanzen vereinzelt (z. B. der Weinstock als Spalierpflanze) noch weit nordwärts über jene Grenzen hinaus cultivirt werden können.

Nr. 3 gibt eine Uebersicht über die gegenwärtige Verbreitung der Cultur des Theestrauchs und des Pfeffers im tropischen und subtropische[illegible] den Inseln des Indischen Meers. [illegible] bezeichneten Cartons versinnlichen [illegible] breitung der Vegetation an den Hänge[illegible] wichtigsten Gebirge beider Hemisphäre[illegible] der Neuen Welt. Der kleinere Carton [illegible] den Pic von Teneriffa, an dessen [illegible] Vegetationsregionen unterscheiden [illegible] Palmen und andern Tropenpflanzen, [illegible] Orangen und andern Südfrüchten, [illegible] haine und der canarischen Kiefer (Pinus [illegible] Region der Alpensträucher und Alpenkräuter [illegible] scharf ausgeprägte Regionen lassen [illegible] indessen kann man hier namentlich [illegible] Laubwaldes, resp. der Buche, innerhalb [illegible] das Culturland liegt, die Region der [illegible] diejenige der Alpensträucher und Alpenkräuter [illegible] scheiden. Am Sulitelma in Lappland [illegible] zwei Regionen deutlich ausgeprägt, [illegible] Nadelwaldes (Kiefern, Fichten), [illegible] Alpensträucher und Alpenkräuter. [illegible] Carton ist die Verbreitung der Vegetation [illegible] den und im Himalaja veranschaulicht. [illegible] lassen drei Hauptregionen erkennen: [illegible] Bananen und anderer Tropengewächse, [illegible] und Nadelwälder mit Einschluß des [illegible] gewidmeten Culturlandes, und [illegible] sträucher und Alpenkräuter. Der [illegible] Gürtel zerfällt aber in drei Unterregionen: [illegible] immergrünen Laubhölzer, Region der [illegible] Laubhölzer, Region der Nadelhölzer. [illegible] den Anden (Chile mit seinen Araucarien [illegible] genommen, welche aber einen viel [illegible] Waldgürtel bilden) nicht vertreten.

Schlüssel der Klassen des Linné'schen Sexualsystems.

I. Phanerogamen, d. h. Pflanzen m. deutlich erkennbaren Geschlechtsorganen.	Monokline, d. h. Zwitterblüten.	Staubgefäße frei, d. h. völlig voneinander getrennt.	Länge der Staubf. unbestimmt.	1—12 Staubgefäße in jeder Blüte.	Ein Staubgefäß	1. Kl.:	Monandria	
					Zwei Staubgefäße	2. »	Diandria	
					Drei »	3. »	Triandria	
					Vier »	4. »	Tetrandria	
					Fünf »	5. »	Pentandria	
					Sechs »	6. »	Hexandria	
					Sieben »	7. »	Heptandria	
					Acht »	8. »	Octandria	
					Neun »	9. »	Enneandria	
					Zehn »	10. »	Decandria	
					Zwölf »	11. »	Dodecandria	
				20—100 Staubgef.	Staubgefäße d. Kelch eingefügt	12. »	Icosandria	
					Staubgefäße d. Blütenboden (hypogynisch) eingefügt	13. »	Polyandria	
			Zwei Staubf. kürzer als die übrigen.	2 lange u. 2 kurze Staubfäden		14. »	Didynamia	
				4 lange u. 2 kurze Staubfäden		15. »	Tetradynamia	
		Staubgefäße untereinander oder mit dem Stempel verw.	Staubfäden verwachsen.	Staubf. in einen Cylinder verwachsen		16. »	Monadelphia	
				Staubf. in 2 Bündel verwachsen		17. »	Diadelphia	
				Staubf. in 3 od. mehr Bündel verw.		18. »	Polyadelphia	
			Staubbeutel verwachsen.	Staubbeutel in einen Cylinder verw.		19. »	Syngenesia	
				Staubbeutel mit dem Griffel verw.		20. »	Gynandria	
	Dikline, d. h. eingeschlechtige Blüten.	Männl. u. weibl. Blüten auf einer Pflanze (einem Pflanzenex.)				21. »	Monoecia	
		» » » » zwei Pflanzen				22. »	Dioecia	
		» » » » nebst Zwitterblüten auf e. od. mehreren Pflanzen				23. »	Polygamia	
II. Kryptogamen, d. h. Pflanzen m. verborg. o. m. bloß. Auge nicht wahrnehmb. Geschlechtsorganen						24. »	Cryptogamia	

Mineralogie.

Bearbeitet

von

A. Stelzner,
r an der Bergakademie zu Freiberg.

und

Dr. Otto Prölß,
Hütteningenieur zu Bergisch-Gladbach.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

A. Morphologische Eigenschaften der Mineralien 4

1. Das tesserale System 5
2. Das tetragonale System 6
3. Das hexagonale System 6
4. Das rhombische System 7
5. Das monoklinische System 7
6. Das trikliniſche System 8

Unvollkommenheiten der Krystallbildung . . 8
Krystallmessung 9
Mineralaggregate 9
Pseudomorphosen 10

B. Physikalische Eigenschaften der Mineralien 10

1. Spaltbarkeit und Bruch 10
2. Härte und Tenacität 10
3. Dichtigkeit oder specifisches Gewicht . . . 11
4. Magnetismus 11
5. Optische Eigenschaften 11
6. Elektrische Eigenschaften 12

C. Chemische Eigenschaften der Mineralien. 13

D. Beschreibung der wichtigsten Mineralien.

I. Klasse. Metalloide 14

II. Klasse. Salze 15

1. Familie. Kohlensaure Salze (Carbonate) 15
2. „ Schwefelsaure Salze (Sulphate) 16
3. „ Borsaure Salze (Borate) . . . 17
4. „ Salpetersaure Salze (Nitrate) 17
5. „ Phosphorsaure Salze (Phosphate) 17
6. Familie. Fluorverbindungen (Fluoride) [illegible]
7. „ Chlorverbindungen (Chloride) [illegible]

III. Klasse. Steine . . . . . [illegible]

1. Familie. Kiesel . . . . . [illegible]
2. „ Feldspatartige Mineralien . . [illegible]
3. „ Zeolithe . . . . . [illegible]
4. „ Glimmer . . . . . [illegible]
5. „ Amphibole . . . . . [illegible]
6. „ Edelsteine . . . . . [illegible]

IV. Klasse. Schwere Metalle und ihre Verbindungen . . . . . [illegible]

1. Familie. Eisen . . . . . [illegible]
2. „ Mangan . . . . . [illegible]
3. „ Kobalt und Nickel . . . . . [illegible]
4. „ Zink . . . . . [illegible]
5. „ Kupfer . . . . . [illegible]
6. „ Blei . . . . . [illegible]
7. „ Silber . . . . . [illegible]
8. „ Gold . . . . . [illegible]
9. „ Platin . . . . . [illegible]
10. „ Quecksilber . . . . . [illegible]
11. „ Zinn . . . . . [illegible]
12. „ Molybdän . . . . . [illegible]
13. „ Titan . . . . . [illegible]
14. „ Wolfram . . . . . [illegible]
15. „ Wismut . . . . . [illegible]
16. „ Antimon . . . . . [illegible]
17. „ Arsen . . . . . [illegible]

E. Edelsteinkunde . . . . . [illegible]

(Die Bearbeitung der Tafeln hat Herr Professor A. Stelzner, die des Textes Herr Dr. Otto Prölß geliefert.)

Einleitung.

neralogie (Naturgeschichte der Mineralien) seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrnen streng wissenschaftlichen Charakter. m auch schon in den ältesten Zeiten die Erze zur der Metalle, die Edelsteine und andere, ders hervorragende Eigenschaften ausgeSteinarten, zur Schmückung von Waffen, nd Gebäuden zu benutzen verstand, so waren nd des Alterthums und bis an das Ende lters nur Bergleute, Steinschneider, kurz in der Praxis mit diesen Dingen zu thun iger vereinzelter empirischer Kenntnisse; die Naturphilosophen aber beschränkten sich, so erhaupt Mineralien in den Kreis ihrer Bezogen, darauf, über alle möglichen, den ngedichtete übernatürliche Eigenschaften zu n, sich über deren heilkräftige Tugenden ungen zu den Gestirnen in unfruchtbaren en zu ergehen; alles tiefere Verständniß alische und chemische Eigenschaften entbehrer die Bildung der Mineralien, über ihre aushalte der Natur waren sie in völliger

s 16. und 17. Jahrhundert wendet diesem rwissenschaftlicher Forschung nur wenig In. Zwar fällt in diese Zeit der erste Versuch ührlichern Mineralienbeschreibung durch icola (1546), die Erkenntniß der Unverder Krystallwinkel durch Nikolaus Steno blich die Entdeckung der Spaltbarkeit und en Eigenschaften des Kalkspats durch Bartholin (1670); aber alles das sind reinzelte, zusammenhangslose Lichtblicke in Zeit.

n die Mitte des 18. Jahrhunderts nimmt uf diesem Forschungsgebiet eine bestimmtere an, indem Wallerius (1747) die Kennsch sichtet, Cronstedt (1758) den Begriff ger faßt und unter Anwendung des Löth-Aufmerksamkeit mehr als bisher auf die usammensetzung lenkt, Bergmann (1782) nth (1785) die ersten genauern Mineralisführen, Romé de l'Isle aber, gestützt auf Messungen mit dem durch Carangeot erfunge-Goniometer, nicht nur die Beständigkeit winkel in umfänglicher Weise bestätigt, sonas Gesetz des Flächenparallelismus begrün-

Auf diesen Grundlagen fortbauend, konnte ner (1750—1817) eine streng wissenschaftnologie einführen, die Geognosie von der abtrennen und der heutigen wissenschaftralogie ihre sichere Basis geben.

rapiden Entwickelung, welche die exacten en, namentlich Physik und Chemie finden, ch ein gewaltiger Fortschritt der Mineralogie and.

743—1822) entdeckte die Symmetriegesetze Gesetz der Achsenveränderung der Krystalle durch rationale Ableitungscoëfficienten, verband mit der Ableitung der Krystalle eine Theorie über den Aufbau derselben, faßte dieser letztern scharfe Krystallbezeichnungen an und machte so die Krystallographie zu einer fest abgeschlossenen Wissenschaft. Die Construction des Reflexionsgoniometers durch Wollaston (1809) brachte der letztern großen Gewinn, und Weiß, Mohs und Naumann konnten ihr nun ihre heutige Gestalt geben.

In der Krystallphysik wurde die Entdeckung der Polarisation durch Malus (1809) von weittragender Wichtigkeit, denn schon 1813 konnte Brewster die Krystallsysteme mit ihrer Hülfe unterscheiden, und im Anschluß hieran Biot, Haidinger, des Cloizeaux unsere Kenntnisse von der Optik der Krystalle erweitern, während G. Rose und Hankel die elektrischen Eigenschaften derselben ergründeten. Die Mineralchemie erreichte durch Berzelius (1779—1848) eine ungeahnte Höhe und gewann durch Mitscherlich's Entdeckung des Isomorphismus (1818) einen neuen Reiz. Zahlreiche Chemiker, Gmelin, H. Rose, Wöhler, Scheerer, Rammelsberg u. a. erweiterten die Kenntnisse von der chemischen Zusammensetzung der Mineralien, Plattner vervollkommnete in hohem Grade die Benutzung des Löthrohrs, während sich Becquerel, Ebelman, Daubrée und Hautefeuille erfolgreich mit der künstlichen Bildung der Mineralien beschäftigten, Breithaupt, Haidinger, Blum und Bischof aber die in der Natur fortwährend vor sich gehenden Umwandlungsprocesse der Mineralien und die durch dieselben gebildeten Pseudomorphosen studirten. Endlich führten neuerdings Sorby und Zirkel die mikroskopische Untersuchung der Mineralien ein und erschlossen mit ihr ein neues, zu schönen Hoffnungen berechtigendes Feld.

Die Systematik spaltete sich, je nachdem sie wesentlich auf die morphologischen und physikalischen Kennzeichen der Mineralien oder auf deren chemische Zusammensetzung Rücksicht nahm, in die sogenannte naturhistorische Methode (Mohs, Haidinger, Breithaupt) und in eine rein chemische Klassifikation (Berzelius, Blum, Kobell, Dana). Indessen, je mehr durch krystallographische, physikalische und chemische Studien die Erkenntniß von dem innigen Zusammenhange zwischen allen den verschiedenen Eigenschaften der Mineralkörper an Boden gewann, um so mehr wurde auch jene Einseitigkeit verlassen und die Klassifikation gleichzeitig auf beide Reihen von Kennzeichen gegründet; allerdings unter vorwiegender Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung (Beudant, Rose, Naumann, des Cloizeaux).

Indem man heute mit dem Wort **Mineral** jeden homogenen, starren oder tropfbar flüssigen anorganischen Körper bezeichnet, der so, wie er erscheint, ein unmittelbares, ohne Mitwirkung organischer Processe und ohne Zuthun menschlicher Willkür entstandenes Naturproduct ist, so versteht man unter **Mineralogie** im weitern Sinne des Worts die Wissenschaft von den Mineralien nach allen ihren Eigenschaften und

Relationen, nach ihrem Sein und Werden, nach ihrer Bildung und Umbildung. Mineralogie im engern Sinne (Naturgeschichte der Mineralien) ist dagegen die wissenschaftliche Kenntniß der Mineralien nach ihren gesammten Eigenschaften und nach ihrem gegenwärtigen Sein.

Um zu einer möglichst vollständigen Kenntniß der einzelnen Mineralien zu gelangen, muß man diese nach drei Richtungen hin untersuchen; man muß zunächst die ihnen eigenthümliche Form kennen lernen, sodann sich mit ihren physikalischen Eigenschaften bekannt machen und endlich ihre chemische Zusammensetzung zu ergründen suchen.

Mit Hülfe dieser drei Gruppen von Eigenschaften wird man dann im Stande sein, nicht nur sich ein richtiges Bild von jedem Mineralkörper zu entwerfen, ähnliche, aber doch verschiedene Mineralien voneinander zu unterscheiden, sondern auch, wenigstens in vielen Fällen, ihre etwaige technische Nutzbarkeit zu beurtheilen.

A. Morphologische Eigenschaften der Mineralien.

Die bei weitem größte Mehrzahl der Mineralien besitzt eine ursprüngliche, ringsum abgeschlossene, mehr oder weniger regelmäßige polyedrische Form, welche für die Substanz wesentlich ist und mit welcher verschiedene physische Eigenschaften (Cohärenzverhältnisse, optische und elektrische Eigenschaften, Ausdehnungsvermögen durch Wärme u. a.) in dem genauesten, mathematisch nachweisbaren Zusammenhang stehen. Derartige, von ebenen Flächen, von Kanten und Ecken (den Begrenzungselementen) begrenzte Körper, welche als die Individuen des Mineralreichs aufzufassen sind, nennt man Krystalle, die Wissenschaft aber, welche sich speciell mit der Erörterung ihrer Verhältnisse beschäftigt, die Krystallographie. Solche Mineralien, denen die Eigenschaft abgeht, im krystallinischen Zustande aufzutreten, bezeichnet man als amorphe (gestaltlose).

Diejenige Formenähnlichkeit, welche die Individuen einer und derselben Thier- oder Pflanzenart charakterisirt, geht allerdings jenen Individuen des Mineralreichs ab, denn in der Regel tritt eine und dieselbe Mineralspecies in sehr verschiedenen Krystallgestalten auf, die dem ersten Anschein nach nichts miteinander gemein haben (vgl. die Taf. 2, Fig. 2, 5, 11—20 und 22 abgebildeten Krystalle des Minerals Kalkspat). Sorgfältigere Prüfung ergibt indessen bald, daß diese sich scheinbar fremden Formen für jedes Mineral in dem innigsten stereometrischen Zusammenhang stehen und sämmtlich auf streng mathematischem Wege von einer einzigen Grundgestalt abgeleitet werden können. Außerdem entbehren die Mineralindividuen, gegenüber denen der organischen Welt, gewöhnlich eine ringsum freie und vollkommen regelmäßige Formausbildung, besonders weil die Krystallisation in dem Contacte mit fremden Körpern oder mit andern, in der unmittelbaren Nachbarschaft gleichzeitig sich entwickelnden Individuen ein Hinderniß fand; endlich sind auch die Individuen des Mineralreichs nach ihrer absoluten Größe nicht wie die Organismen an ein bestimmtes Normalmaß gebunden. Bei der theoretischen Betrachtung der Krystallgestalten sieht man von etwaigen zufälligen Störungen in ihrer Ausbildung ab, und hält sich nur an die ideal vollkommenen Formen.

Die Krystallflächen, welche sich in Kanten und Ecken schneiden, sind sehr mannichfaltiger Art; man kennt das gleichseitige Dreieck, das Quadrat, den Rhombus (Raute), ferner unregelmäßige Dreiecke, Vierecke u. s. w. Das rechtwinkelige Dreieck sowie das reguläre Fünfeck fehlen. Die Begrenzungselemente der [illegible] scheidet man in gleichwerthige und [illegible] die erstern sind in allen ihren [illegible] Flächen also z. B. nach Seiten [illegible] kommen übereinstimmend, und [illegible] gleicher Entfernung vom Krystall[illegible] welche man sich durch den Mittel[illegible] und welche zwei gleichwerthige [illegible] verbinden (gleichwerthige Ecken oder [illegible] solcher Ecken und Kanten), nennt man [illegible] liche Theile einer Krystallgestalt sind [illegible] diese Achsen symmetrisch geordnet.

Daraus folgt von selbst, daß die [illegible] Achsensysteme von größter Wichtigkeit [illegible] gibt sich bei der Prüfung der bekannten, daß denselben verhältnißmäßig [illegible] ganzen sechs, dergleichen Systeme [illegible] welche sich theils durch relative [illegible] gegenseitige Lage ihrer Achsen unter[illegible] sechs vorhandenen Achsensystemen [illegible] viel Krystallsysteme, von denen jedes [illegible] auf dasselbe Achsenkreuz zurückzuführen [illegible] gestalten unter sich begreift.

Die Krystallformen sind theils [illegible] halbflächige; die erstern werden von [illegible] begrenzt, als nach dem betreffenden [illegible] um das Achsenkreuz zu gruppiren [illegible] letztern dagegen nur von der Hälfte [illegible] Flächen.

Ferner unterscheidet man einfache [illegible] sammengesetzten; erstere zeigen nur [illegible] chen, letztere aber verschiedene, welche [illegible] fachen Gestalten angehören.

In Bezug auf die letztern, welche [illegible] Combinationen bezeichnet, ist als [illegible]

1) Daß nur Gestalten eines und [illegible] systems miteinander in Combination [illegible] und

2) daß durch die Flächen der [illegible] tretenden Gestalten stets alle gleich[illegible] grenzungselemente der vorherrschend [illegible] stalt in gleicher Weise verändert werden.

Diese Veränderungen werden als Ab[illegible] und Zuschärfungen der Kanten und [illegible] an Stelle dieser eine oder zwei Flächen [illegible] als Zuspitzungen der Ecken (wenn [illegible] Flächen sie verändern) sichtbar. Je nach [illegible] einfachen Gestalten, welche die Combination [illegible] stituiren, unterscheidet man diese in [illegible] mehrzählige.

Die einfachen Gestalten muß man [illegible] geschlossene (welche den Raum allseitig [illegible] und offene (welche den Raum nicht [illegible] ßen). Letztere können natürlich nur [illegible] binirt auftreten.

Die große Wichtigkeit der Krystallo[illegible] Studium der Mineralogie liegt zunächst [illegible] die sämmtlichen Krystallgestalten, welche [illegible] Mineralspecies vorkommt, in ein und [illegible] system, resp. in dieselbe Unterabtheilung [illegible] Systems gehören und auf eine und [illegible] gestalt zurückzubeziehen sind, und [illegible] Mineralspecies (unter welcher man [illegible] gleichen krystallographischen, physikalischen [illegible] schen Eigenschaften zusammenfaßt) eine [illegible] von der anderer Species verschieden [illegible] kommt.

Allerdings gibt es davon auch Ausnahmen, einmal Mineralien trotz gleicher chemischer [illegible] setzung doch verschiedene Krystallformen [illegible]

andererseits Mineralien verschiedener Zu-
ıg dieselbe Grundform besitzen. Indeß
ɔch nur Ausnahmen, und sie lassen sich,
tern polymorphen Mineralien betrifft,
ɔrschiedene Entstehungsweise derselben er-
end die andern, isomorphen Substanzen,
nn auch verschiedene, so doch ganz analoge
ßung besitzen.
nverhältnisse der sechs Krystallsysteme sind

tesserale System besitzt drei unter sich
gleichwerthige) Achsen, welche sich unter
leln schneiden.
tetragonale System besitzt drei sich
schneidende Achsen, von denen nur zwei
eich sind.
rhombische System besitzt drei Achsen
her Länge, die sich unter rechten Win-
n.
monoklinische System besitzt drei
ungleicher Länge, von denen zwei sich
ı schiefen Winkel schneiden, während die
eiden senkrecht steht.
trikline System hat drei Achsen
her Länge, welche sich alle unter schie-
ı schneiden.
hexagonale System hat vier Achsen
drei unter sich gleiche in einer Ebene lie-
h unter Winkeln von 60° schneiden, wäh-
ɔrte auf ihnen senkrecht steht.

1. Das tesserale System.

(Tafel I. Figur 1—36.)

drei Achsen, welche die Symmetrie dieses
herrschen, völlig gleichwerthig sind, so ist
ine als Hauptachse anzusehen und es ist
gültig, welche Achse man bei der Betrach-
arstellung der Krystallfiguren aufrecht stellt.
Achsenkreuz (Fig. 1) können in verschie-
Flächen gruppirt werden, man kann z. B.
ɔen, von denen jede alle drei Achsen (in
einfachen) Entfernung vom Mittelpunkte
ig. 2), oder solche, welche nur eine Achse
, die beiden andern aber in unendlicher
schneiden, oder ihnen parallel gehen (Fig. 3),
welche eine in einfacher, die beiden andern
ɔrfacher, z. B. zweifacher Entfernung schnei-
7), u. s. w. Derartige Fälle sind über-
en möglich, und es existiren infolge dessen
einfache, vollflächige Gestalten. Diese Ge-
:
Octaëder (Achtflächner), Fig. 5.
Hexaëder (Sechsflächner), Fig. 6.
Rhombendodekaëder (Rhombenzwölf-
fig. 7.
Tetrakishexaëder (Viermalsechsflächner
erkantiger Vierundzwanzigflächner), Fig. 8.
Triakisoctaëder (Dreimalachtflächner
erkantiger Vierundzwanzigflächner), Fig. 9.
Ikositetraëder (Vierundzwanzigflächner),

Hexakisoctaëder (Sechsmalacht- oder
zigflächner), Fig. 11.
ie Anordnung der Fig. 5—11 ist zugleich
wandtschaft der drei Vierundzwanzigflächner
ɔ, Hexaëder und Rhombendodekaëder, sowie
ntlichen Gestalten zum Hexakisoctaëder hin-

n drei Gestalten sind einzig in ihrer Art:
es gibt nur ein Octaëder, Hexaëder oder Rhombendodekaëder, während die übrigen Gestalten in mehrfachen Abänderungen vorkommen können und auch wirklich vorkommen. Es ist z. B. ganz klar, daß man, ohne das Symmetriegesetz irgendwie zu alteriren, in Fig. 4 die Flächen hätte so legen können, daß sie zwei Achsen nicht in zweifacher, sondern in anderthalbfacher oder dreifacher Entfernung vom Mittelpunkte schnitten, es würde immer dieselbe Gestalt, nur mit andern Winkelabmessungen resultirt sein.

Diese sieben Gestalten treten in der Natur theils allein, theils in Combinationen untereinander auf. Für die Deutung der Combinationen ist es von größter Wichtigkeit, die gegenseitige Stellung der combinirenden einfachen Formen klar im Auge zu haben. So folgt aus Fig. 12, welche die gegenseitige Stellung von Hexaëder und Octaëder veranschaulicht, daß das Octaëder am vorwaltenden Hexaëder eine Abstumpfung von dessen acht Ecken (Fig. 13), und ebenso umgekehrt das Hexaëder am vorwaltenden Octaëder eine Abstumpfung von dessen sechs Ecken hervorbringen muß (Fig. 15).

Das Kuboctaëder (Fig. 14) ist diejenige Combination von Hexaëder und Octaëder, in welcher diese beiden Formen im Gleichgewicht ausgebildet sind, die Kanten der ursprünglichen Formen sind verschwunden, es existiren nur Combinationskanten.

Die Stellung von Hexaeder und Rhombendodekaëder, welche in Fig. 16 angedeutet ist, läßt erkennen, daß das letztere die Kanten sowol des Hexaëders (Fig. 17) als des Octaëders (Fig. 18) abstumpfen muß.

Wie sehr der Habitus einer Combination durch die vorwaltend ausgebildete Krystallform bedingt wird, ersieht man aus Fig. 19—21, welche alle drei dieselbe Combination von Hexaëder, Octaëder und Rhombendodekaëder darstellen, aber so, daß jedesmal eine andere Gestalt vorwaltet.

Einige andere, besonders häufige Combinationen sind in Fig. 22 (Hexaëder und Tetrakishexaëder) und in Fig. 23 (Rhombendodekaëder und Ikositetraëder) abgebildet.

Schon oben wurde auf das Auftreten halbflächiger Gestalten hingewiesen. Aus den eben angeführten holoëdrischen Formen können, mit Ausnahme des Hexaëders und Rhombendodekaëders, welche der Hemiëdrie nicht fähig sind, halbflächige Gestalten abgeleitet werden, und zwar entstehen durch Verschwinden der abwechselnden Flächen und Ausdehnen der übrigen bis zur Raumumgrenzung aus dem Octaëder das Tetraëder (Fig. 24, 25) und aus dem Tetrakishexaëder das Pentagondodekaëder (Fig. 29); ferner durch Verschwinden abwechselnder dreiflächiger (einer Octaederfläche entsprechender) Flächensysteme aus dem Ikositetraëder das Trigondodekaëder (Fig. 26), aus dem Triakisoctaëder das Deltoiddodekaëder (Fig. 27); durch Verschwinden abwechselnder sechsflächiger Flächensysteme aus dem Hexakisoctaëder das Hexakistetraëder (Fig. 28) und endlich durch Verschwinden von je zwei unter spitzerm Winkel zueinander geneigten Flächen aus derselben vollflächigen Gestalt das Diakisdodekaëder (Fig. 30). Es ist von selbst klar, daß aus einer vollflächigen Gestalt jedesmal zwei Halbflächner entstehen können, die unter sich vollkommen gleich, nur durch ihre um 90 Grad verwendete Stellung unterschieden sind (Fig. 24, 25). Diese verschiedene Stellung hemiëdrischer Gestalten kann natürlich nur in Combinationen zur Geltung kommen.

Combinationen hemiëdrischer Formen theils unter sich, theils mit holoëdrischen, sind in Fig. 31—36 ab-

gebildet; 31 Tetraeder mit Hexaeder, 32 Trigondodekaeder mit Tetraeder, 33 Octaeder mit Pentagondodekaeder, 34 Pentagondodekaeder mit Hexaeder und Octaeder, 35 Rhombendodekaeder mit Trigondodekaeder, 36 Trigondodekaeder mit Hexaeder, Rhombendodekaeder, Tetraeder, Deltoiddodekaeder, Hexakistetraeder und Trigondodekaeder der andern Richtung. Die letzte, siebenzählige Combination gibt zugleich einen Begriff von dem außerordentlichen Flächenreichthum, wie er durch das Zusammentreten vieler einzelner Gestalten resultiren kann und in der That nicht selten an natürlichen Krystallen beobachtet wird.

2. Das tetragonale System.

(Tafel 1, Figur 47—55.)

Das Achsenkreuz (Fig. 47) wird von drei rechtwinkelig sich schneidenden Achsen gebildet, von denen die eine ungleiche, welche bei der Betrachtung und Zeichnung der Krystallformen stets senkrecht zu stellen ist, als Hauptachse bezeichnet wird, während man die beiden unter sich gleichen Nebenachsen nennt.

Legt man durch die Endpunkte dieses Achsensystems Flächen, so erhält man tetragonale Pyramiden (Fig. 48 und 49), die im allgemeinen dem Octaeder ähnlich sind, sich aber von demselben dadurch unterscheiden, daß sie nicht mehr acht gleichseitige, sondern nur noch gleichschenkelige Dreiecke zu Begrenzungselementen haben, weil eben jetzt die Länge der Hauptachse (Fig. 47a) von der Nebenachse (Fig. 47b) differirt. Ist a kleiner als b, so entstehen flache Pyramiden (Fig. 48), ist dagegen a größer als b, so nennt man die Pyramiden spitze (Fig. 49). Es ist einleuchtend, daß es sehr verschiedene flache und spitze Pyramiden geben kann, aber es muß hervorgehoben werden, daß man für jedes einzelne tetragonale Mineral eine ganz bestimmte Pyramide als Grund- oder Stammpyramide anzunehmen hat und daß dann alle andern, an diesem Minerale zu beobachtenden Pyramiden mit jener so zusammenhängen, daß — bei gleichbleibenden Nebenachsen — die Hauptachsen der flachern Pyramiden z. B. $1^1/_2$, 2 oder 3 mal so kurz, die Hauptachsen der spitzern Pyramiden dagegen $1^1/_2$, 2 oder 3 mal so lang sind, als die Hauptachse der Stammpyramide. Das heißt mit andern Worten: die Veränderungen der Hauptachse gehen bei einem und demselben Mineral jederzeit nur nach rationalen Zahlenverhältnissen vor sich.

Setzt man die Verlängerung der Hauptachse immer weiter fort, so werden die Pyramidenflächen immer steiler geneigt, bis sie endlich, bei unendlicher Länge jener, eine verticale Stellung einnehmen und nun eine oben und unten offene, von vier der Hauptachse parallelen Flächen begrenzte Gestalt entstehen lassen: das tetragonale Prisma. Andererseits resultiren aus der fortschreitenden Verkürzung der Hauptachse immer flachere und flachere Pyramiden und endlich, wenn jene gleich Null geworden ist, zwei horizontale Flächen, die man basisches Flächenpaar oder kurzweg die Basis nennt. (Fig. 51 und 52 zeigen Combinationen von Prisma und Basis.)

Es ist bisjetzt noch keine Rücksicht darauf genommen worden, daß, wie z. B. Fig. 48 und 49 zeigen, die Endpunkte der tetragonalen Achsen entweder mit den Endpunkten der dreiseitigen Pyramidenflächen, oder mit den Mittelpunkten von den ungleichen Kanten derselben zusammenfallen können. Man unterscheidet hiernach Pyramiden der ersten Art (Protopyramiden), bei welchen eine Mittelecke nach vorn liegt (Fig. 48) und Pyramiden der zweiten Art (Deuteropyramiden), bei denen eine Mittelkante dem Beschauer zugekehrt ist. In ganz analoger Weise hat man Proto- (Fig. 52) von Deuteroprismen (Fig. 51) zu unterscheiden. Die eben angegebene Differenz bewirkt zwar keine Änderung in den Gestalten selbst, wohl aber einen Wechsel der Richtung oder Stellung, in welcher man sie zu betrachten hat, und sie gelangt daher in den Combinationen zu deutlichem Ausdruck; so z. B. eine Protopyramide mit einem Prisma derselben oder der andern Richtung (Fig. 54) combinirt.

Als untergeordnet auftretende Formen sind ditetragonale Pyramiden (Fig. 50) und tragonale Prismen anzuführen. Ein horizontaler Hauptschnitt ein symmetrisches (quadratisches) Achteck ergibt.

Die Combinationen dieses Systems sind entweder tafelartigen, theils pyramidalen, theils prismatischen (säulenförmigen) Habitus, je nach dem vorwiegenden Auftreten von Basis (Fig. 52), Pyramide (Fig. 54) oder Prisma (Fig. 55). Im allgemeinen sind diese Combinationen sehr einfach und leicht zu entwickeln.

Hemiedrische Formen sind allerdings bekannt, treten sehr selten untergeordnet und selten in Hälftgestalt der Pyramide, das sogenannte Sphenoid (Keilflächner) könnte erwähnt werden, das im Aeußern bis auf die verschiedenen Winkel ganz mit dem tesseralen Tetraeder übereinstimmt.

3. Das hexagonale System.

(Tafel 2, Figur 1—19.)

Dasselbe hat vier Achsen, von welchen drei sich gleich sind, in einer horizontalen liegen und sich hier unter Winkeln von je 60 Grad schneiden (Nebenachsen Fig. 1b), während die vierte Hauptachse (Fig. 1a) auf jener Ebene senkrecht steht. Die hemiedrischen Gestalten dieses Systems gehen in ihrer Ausbildung und Ableitung die größte Übereinstimmung mit dem tetragonalen. Die Basis ist jetzt zwar zwölfflächig, aber übrigens wieder flach oder spitz (Fig. 4), und außerdem können sich auch zwei verschiedenen Stellungen vorkommen, die um 30 Grad differiren (Proto- und Deuteropyramiden). Basis und Prisma (Fig. 2 und 5) sind ebenso wie im tetragonalen System, und der Charakter der Combinationen ist wieder, je nach dem Vorwiegen einen oder andern Gestalt, tafelförmig (Fig. 6 und 7) oder säulenförmig (Fig. 8).

Dihexagonale Pyramiden und Prismen sind Seltenheiten.

Von ungleich größerer Wichtigkeit im hexagonalen System sind hier die hemiedrischen, sowol was den Reichthum ihrer Formen, als auch die Häufigkeit ihres Vorkommens in Natur betrifft.

Die wichtigste hemiedrische Gestalt ist das Rhoeder, welches durch Verschwinden der Flächen werden abwechselnder Flächen der Pyramide. Entsprechend den Achsenverhältnissen dieser Gestalt kann es natürlich auch verschiedene sein, stumpfere Rhomboeder (Fig. 11 und 12) und ebenso wird man auch Rhomboeder mit einer 30 Grad gedrehten Richtung haben (Fig. 13), am meisten charakteristisch für das Rhomboeder ist die zickzackförmig auf- und absteigenden Kante.

Prismen (erster und zweiter Richtung) gehen aus dem Rhomboeder durch Verlängerung der Axen bis ins Unendliche, wie aus den hexagonalen

ɜrdem aber kann man aus den Rhombo-
ne ganz besondere Art von Krystallgestalten,
ioeder ableiten, indem man durch die
des Stammrhomboeders und die End-
erlängerten Hauptachse sich Flächen gelegt
14); es entstehen dadurch von zwölf un-
Dreiecken begrenzte, den Hexagonalpyra-
mmaßen ähnliche Gestalten, welche sich aber
einmal durch die zickzackförmig auf- und
Mittelkanten, sodann aber auch dadurch
, daß die Flächen in den Scheitelkanten
ɜelnd stumpfern und spitzern Winkeln zu-
eigt sind.
ie Zahl der Rhomboeder erster und zwei-
eine unbegrenzte ist, und ferner jedes
als Stammform zur Ableitung einer
e von Skalenoedern dienen kann, so ist
Mannichfaltigkeit, welche die hemiëdrische
es hexagonalen Systems in ihren Formen
leicht begreiflich.
15—19 bringen einige nicht sehr com-
binationen zur Anschauung, so Fig. 15
nboeder und Prisma verschiedener Rich-
7 Rhomboeder und Prisma derselben Rich-
6 zwei Rhomboeder verschiedener Richtung;
alenoeder und zugehöriges Stammrhom-
n Combinationskanten den Randkanten des
lel laufen.
ɜen trigonale Prismen als Hälftgestalten
auf.

4. Das rhombische System.

(Tafel 2, Figur 23—36.)

leiche Achsen schneiden sich unter rechten
g. 23), keine von ihnen ist an und für
ɜptachse gekennzeichnet; die Entscheidung,
ɜen dreien als solche anzusehen und folg-
zu stellen sei, bleibt der Wahl im spe-
überlassen. Ist diese Entscheidung aber
bezeichnet man dann die längere horizon-
als Makrodiagonale, die kürzere c
diagonale.
Betrachtung geht man von der rhom-
ɜamide aus (Fig. 24 und 25). Aus dieser
Veränderung der Hauptachse (bei gleich-
akro- und Brachydiagonale), der Makro-
ei gleichbleibender Hauptachse und Brachy-
ind endlich der Brachydiagonale (bei
er Hauptachse und Makrodiagonale) drei
Gestalten, und zwar zunächst von Pyra-
ɜrgehen, welche man als der Hauptreihe,
und brachydiagonalen Nebenreihe ange-
ɜnet. Als Grenzgestalten dieser Reihen
einerseits bei unendlicher Verlängerung
ɜen Achsen drei Prismen, von denen
ɜtreihe gehörige und vertical stehende als
s Prisma (Fig. 26) bezeichnet wird,
beiden andern horizontal liegenden Do-
t, und in Makrodoma (Fig. 28) und
a (Fig. 27) unterschieden werden; an-
r gelangt man bei unendlicher Verkürzung
zu drei Flächenpaaren oder Pina-
che je nach ihrer Entstehung und Lage als
natrodiagonales resp. brachydiago-
henpaar oder Pinakoid zu bezeichnen
9 c, a, b).
ferner jede brachy- oder makrodiagonale
ieder gewissermaßen als Stammform be-
rn kann, welche die Elemente zur Bildung
einer neuen Reihe von Gestalten in sich enthält, als deren nähere Grenzformen brachy- oder makrodiagonale Prismen, steilere und flachere Domen auftreten, als deren fernere Grenzgestalten aber stets wieder die drei Flächenpaare resultiren, so ist hieraus die große Fülle der möglichen rhombischen Krystallformen ersichtlich, die große Complication und Mannichfaltigkeit der Combinationen dieses Systems leicht erklärlich. Der Habitus der rhombischen Krystalle kann ebenfalls pyramidal, säulenförmig oder tafelartig sein, welche letztere Erscheinung jetzt aber sowol durch das Vorwalten des basischen, als der verticalen Flächenpaare bedingt sein kann.

Einige der einfachern Combinationen sind Fig. 30—36 abgebildet.

Fig. 30 Prisma und Pyramide, Fig 31 dieselben mit makrodiagonalem Flächenpaar, Fig. 32 Pyramide mit Brachydoma, Fig. 33 Pyramide mit Makrodoma, Fig. 34 Pyramide mit Brachypinakoid, Fig. 35 Brachydoma, Makrodoma und Basis, endlich Fig. 36 Brachypinakoid, drei Brachydomen, Pyramide, Prisma, brachydiagonales Prisma, Makropinakoid und Makrodoma.

5. Das monoklinische System.

(Tafel 2, Figur 41—51.)

Drei Achsen von ungleicher Länge; zwei davon schneiden sich unter schiefen Winkeln, die dritte steht senkrecht auf beiden. Eine der beiden erstern, gleichgültig welche, wird zur Hauptachse gewählt (Fig. 41 a), die andere c als Klinodiagonale, die dritte, b, welche mit den beiden andern rechte Winkel bildet, als Orthodiagonale bezeichnet. Bei der Abbildung der Krystalle denkt man dieselben stets so gestellt, daß oben der stumpfe Winkel, welchen a und c zusammen bilden, dem Beschauer zugekehrt ist.

Die einfachen Gestalten dieses Systems zeigen große Verwandtschaft mit denen des rhombischen, hier wie dort kennen wir Pyramiden, Prismen, Domen und Flächenpaare, und das was dort über die Eintheilung der Formen in solche der Haupt- und Nebenreihen gesagt wurde, findet auch hier Anwendung und Geltung; indessen erlangen doch, infolge der Neigung der Klinodiagonale, einige von diesen eine besondere Ausbildung und das ganze System einen eigenthümlichen Charakter. Es müssen nämlich aus dem eben angeführten Grunde alle Gestalten, welche Klinodiagonale und Hauptachse gleichzeitig schneiden, also die Pyramiden und Orthodomen, in zwei voneinander ganz unabhängige Hälftgestalten zerfallen; die erstern sind mit je vier Flächen, als Hemipyramiden, die letztern, mit nur je zwei parallelen Flächen, als Hemidomen ausgebildet. Je nachdem diese dem spitzen oder dem stumpfen Winkel, welchen Hauptachse und Klinodiagonale miteinander bilden, gegenüberliegen, benennt man sie als positive oder negative Hemipyramiden resp. Hemidomen. Ferner geht aus der Achsenlage schon hervor, daß jene Gestalten, welche der Klinodiagonale parallel laufen, also Basis und Klinodomen, geneigt liegen müssen. Wie man aus dem Obigen ersieht, fehlen in diesem Systeme raumumschließende Gestalten vollständig, die einfachen Formen, sämmtlich Theilgestalten, können nie selbständig und allein, sondern nur in Combinationen mit andern vorkommen. Derartige monokline Combinationen sind in Fig. 42—51 abgebildet. Fig. 42 stellt die Combination der beiden Hemipyramiden dar, Fig. 43 Prisma, Basis, Orthopinakoid und Klinodoma, Fig. 44 Prisma, Ortho- und Klinopinakoid und negative (vordere) Hemipyramide, Fig. 45 die drei Pinakoide,

positives Hemidoma und negative Hemipyramide, Fig. 46 Basis, klinodiagonales Flächenpaar, Klinodoma und positives Hemidoma, Fig. 47 Prisma, klinodiagonales Prisma, Orthopinakoid, negative und positive Hemipyramide, zwei positive und ein negatives Hemidoma, Fig. 48 Prisma, orthodiagonales Prisma, Orthopinakoid, Klinopinakoid, Basis und Hemipyramide, Fig. 49 Klinopinakoid, Prisma, Klinodoma, Fig. 51 Klinopinakoid, Prisma, Basis und positives Hemidoma.

6. Das trikline System.

(Tafel 2, Figur 55—58.)

Drei Achsen von ungleicher Länge schneiden sich unter schiefen Winkeln (Fig. 55).

Dieses System, welches in der Natur nur selten zu beobachten ist, ist das am wenigsten regelmäßige, und besitzt den geringsten Grad von Symmetrie. Sämmtliche Gestalten zerfallen hier in Flächenpaare, so die Pyramiden in vier Viertel- oder Tetartopyramiden (Fig. 56), die Prismen in zwei asymmetrische Prismenhälften. Die Deutung der Combinationen, von denen in Fig. 57 und 58 einige abgebildet sind, ist vollständig der Willkür überlassen.

Eine eigenthümliche Erscheinung bei der krystallographischen Ausbildung mancher Mineralien ist als Hemimorphismus (nicht zu verwechseln mit Hemiëdrie) bekannt. Es zeigen nämlich Krystalle, wenn sie frei ausgebildet, oder seitlich aufgewachsen sind, mitunter an den beiden Polen, also an den Enden der Hauptachse, Flächen nicht derselben, sondern verschiedener Gestalten. Der Hemimorphismus rhombischer Krystalle ist in Fig. 39 und 40 zur Anschauung gebracht. Der Krystall Fig. 39 z. B. ist am obern Pol durch Basis und Makrodoma, am untern dagegen durch die Pyramide begrenzt, in Fig. 40 sind am obern Pol zwei Makrodomen, zwei Brachydomen und die Basis, am untern dagegen die Pyramide entwickelt. Derartige unerklärbare Anomalien finden sich, wiewol selten, auch an Krystallen hexagonaler Mineralien.

Recht häufig kommt es vor, daß die Krystallindividuen nicht einzeln ausgebildet sind, sondern daß mehrere Individuen nach einem ganz bestimmten Gesetz verwachsen auftreten. Derartige regelmäßige Verwachsungen zweier oder mehrerer Krystalle nennt man Zwillinge (Drillinge, Viellinge).

Es ist hierbei zunächst die gegenseitige Stellung der Individuen, sodann aber die Art und Weise ihrer Verwachsung zu beachten.

In ersterer Beziehung hat man Zwillinge mit parallelen Achsensystemen (die aber nur bei hemiëdrischen Formen auftreten können) von solchen mit nicht parallelen Achsensystemen zu unterscheiden, in letzterer dagegen sind die aneinandergewachsenen Zwillinge von den durcheinandergewachsenen oder Durchkreuzungszwillingen zu trennen. Für die Kenntniß des Zwillingsgesetzes, d. h. des Gesetzes, nach welchem die Verwachsung von statten gegangen ist, ist die Bestimmung der Zusammensetzungsfläche oder auch der Drehungsachse, welche auf ersterer oft senkrecht steht, sowie die des Drehungswinkels nothwendig.

Die aneinandergewachsenen Zwillinge erscheinen häufig in einer Richtung bedeutend verkürzt, sodaß man sie als die zwei Hälften eines Individuums betrachten kann, welche um einen gewissen Winkel umeinander gedreht sind. Ein charakteristisches [illegible] allermeisten Zwillinge sind die [illegible] Winkel, welche die beiden verwachsenen [illegible] bilden. Indem sich dasselbe Verwachsungsgesetz [illegible] fach repetirt, entstehen Drillinge. [illegible] haupt Viellinge. Derartige Viellinge [illegible] papierdünnen Individuen zusammengesetzt [illegible] erscheint dann als ein einfacher Krystall [illegible] wachsung ist nur durch eine feine Streifung [illegible] wissen Flächen nachzuweisen.

Einige Zwillinge des tesseralen Systems [illegible] 1, Fig. 43—45 abgebildet (Fig. 43 [illegible] Zusammensetzungsfläche eine Octaëderfläche [illegible] achse senkrecht auf ihr, Drehungsachse [illegible] Fig. 44 Tetraëderzwilling; Fig. 45 [illegible] ëderzwilling; beides solche mit parallelen [illegible] wobei zu beachten, daß der von [illegible] gleichzeitig erfüllte Raum die betreffende Gestalt ergibt). Taf. 1, Fig. 56 [illegible] gonalen Systems. Hexagonale Zwillinge [illegible] Fig. 20—22 dargestellt, rhombische [illegible] 38 (von denen Fig. 38 als ein ausgezeichnetes Beispiel von Durchkreuzungszwillingen [illegible] Zwillinge des monoklinischen Systems [illegible] 50 und 52 neben den betreffenden [illegible] Fig. 49 und 51, ein trikliner Zwilling [illegible] 59 abgebildet. Ein dem rhombischen [illegible] höriger Durchkreuzungsdrilling ist [illegible] dem einfachen Krystall Fig. 53 dargestellt [illegible] irrthümlich als dem monoklinen System [illegible] zeichnet).

Viellingskrystalle, an ihrer Zwillingsnatur [illegible] lich, entstehen besonders durch vielfache [illegible] auf Taf. 2, Fig. 37 und 59 dargestellt [illegible] gesetze.

Unvollkommenheiten der Krystalle.

Bei den bisherigen Betrachtungen [illegible] theoretischem Charakter gemäß, nur [illegible] in ihrer ideal vollkommensten Ausbildung [illegible] Es wurde angenommen, daß dieselben [illegible] gebildete, von glatten und ebenen Flächen [illegible] raden Kanten begrenzte, kurz, nach [illegible] Gesetzen ausgebildete Körper seien. [illegible] Wirklichkeit dieses Ideal der Vollkommenheit [illegible] äußerst selten erreicht, daß die Natur [illegible] senden Thätigkeit den mathematischen [illegible] wohl gefügt, sie aber durchaus nicht [illegible] erkennbaren Ausdruck gebracht hat, [illegible] oben hingewiesen.

So findet man häufig, und zwar [illegible] stalle des tesseralen Systems, in der [illegible] Fläche oder Achse abnorm ausgedehnt [illegible] Flächen und Kanten erlangen dadurch [illegible] an die Stelle von Ecken treten Kanten [illegible] Krystall verliert, scheinbar wenigstens [illegible] mäßigkeit und erlangt einen völlig [illegible] rakter. Solche monströse Krystalle [illegible] auf Taf. 1, Fig. 37 und 38 abgebildet [illegible] unregelmäßigen vier- und sechsseitigen [illegible] ten Gestalten haben allerdings mit [illegible] Octaëder, wie es in Fig. 5 dargestellt [illegible] Aehnlichkeit; daß sie aber trotzdem [illegible] sind, kann man aus den übereinstimmenden [illegible] winkeln der Flächen erkennen, wie der [illegible] Grundsatz, sich bei der Bestimmung [illegible] weniger durch die Gestalt als durch die [illegible] Neigung der Flächen leiten zu lassen [illegible] behalten werden muß.

von eigenthümlicher Beschaffenheit der
en geben Fig. 39—41. Die Flächen des
Fig. 39) erscheinen gestreift (und zwar pa-
ssen des Krystalls), die des Hexaeders (Fig. 40)
gelmäßig eingefallen. Fig. 40 zeigt
ll, welcher trotz seiner octaedrischen Gesammt-
als ein Bauwerk aus Hexaedern zu betrach-
e Bildung solcher Formen kann man mit-
alzsiedereien beobachten. Selten erscheinen
t gerundeten Flächen und Kanten, wie das
ekaeder Fig. 41.

r häufig vorkommende Unregelmäßigkeit
n, daß an Combinationen nicht alle Flächen
geordnet auftretenden Gestalt zur Ausbil-
gt sind, sodaß also z. B. bei einer Com-
n Hexaeder und Octaeder (Fig. 13) nicht
des Hexaeders abgestumpft, einige vielmehr
ausgebildet erscheinen. Man muß sich
Erscheinung, welche aller Gesetzmäßigkeit
it dem Auftreten hemiedrischer Gestalten zu

Häufigsten hervortretende Unvollkommenheit
gelmäßigkeit der Krystalle resultirt daraus,
n bei ihrer Bildung entweder nicht isolirt
r daß der nöthige Raum zu ihrer vollstän-
ildung mangelte. Das erstere ist bei allen
nen Krystallen der Fall, die deshalb meist
nem Pole ausgebildet erscheinen (Taf. 3,
as letztere sehr häufig bei Krystallgruppen
g. 42). Da ferner in der Regel an einem
Einzelindividuen desselben Minerals zu
r Ausbildung gekommen sind, die sich
in ihrer Entwickelung störten, so hat man
fter mit Krystallaggregaten als mit
oder aufgewachsenen Krystallen zu thun.
roßer Zahl und infolge dessen großer Klein-
ndividuen gehen die Krystallaggregate in
tische Aggregate über, von denen später
ein soll.

Krystallmessung.

schon mehrfach darauf hingewiesen worden,
r großen Wichtigkeit die Bestimmung der
rhältnisse der Krystalle ist.

strumente, welche zur Messung der Kanten-
igungswinkel zweier Krystallflächen) dienen,
Goniometer, und man unterscheidet sie,
n sie die Erreichung dieses Zwecks auf
er indirectem Wege anstreben, in Contact-
egegoniometer und in Reflexionsgonio-

tere, einem gewöhnlichen Transporteur sehr
auf Taf. 1, Fig. 58 abgebildet. Seine An-
bei welcher der Krystall mit der zu messen-
senkrecht zwischen die beiden Schenkel, von
r drehbar, eingehalten wird, ist sehr einfach
m, jedoch setzt sie Krystalle von einer ge-
sie voraus, auch ist die damit zu erzielende
it nicht groß genug, um für strengere wissen-
Zwecke hinreichen zu können. Für solche
ient man sich des von Wollaston erfundenen
goniometers (Taf. 1, Fig. 57), welches
glatte und glänzende Krystallflächen ver-
für aber auch die Neigung solcher Flächen
gestattet, welche nicht unmittelbar zum
tt kommen. Das Instrument besteht aus
icalen, am äußern Umfang in Grade ge-
reisscheibe, deren Theilung durch einen fest-
Nonius bis auf Minuten fortzusetzen ist,
und in deren Achse der zu messende Krystall so be-
festigt werden kann, daß die beiden Flächen, deren
Neigung man kennen lernen will, derselben parallel
liegen. Man beobachtet nun das Spiegelbild eines
entfernten Gegenstandes zuerst auf der einen Krystall-
fläche, dreht darauf den Kreis um seine Achse so lange,
bis man das Bild desselben Gegenstandes in der
zweiten Fläche erblickt (wobei der reflectirte Lichtstrahl
stets dieselbe Lage behaupten muß) und erlangt so in
dem Drehungswinkel das Supplement des gesuchten
Kantenwinkels.

Anmerkung. Aus den so gemessenen Winkeln
kann man die Parameter jeder Fläche (d. h. die
Stücke, welche durch sie auf den Achsen, vom Mittel-
punkte aus gerechnet, abgeschnitten werden) ableiten,
und sich ferner mit Hülfe dieser linearen Werthe per-
spectivische oder körperliche Nachbildungen (Modelle)
von Krystallgestalten verschaffen. Zur Anfertigung
von Modellen in Pappe oder Cartonpapier bedient
man sich der sogenannten Krystallnetze (Taf. 1,
Fig. 46, Netz eines Octaeders), welche die sämmt-
lichen Flächen einer Krystallgestalt in natürlicher
Größe und ihrer natürlichen Reihenfolge nach neben-
einandergelegt enthalten.

Mineralaggregate.

Die Zusammenhäufungen vieler Einzelindividuen
desselben Minerals werden als Aggregate bezeichnet,
und je nach ihrer Ausbildung in krystallisirte und
krystallinische (resp. dichte) unterschieden.

Zu den erstern gehören außer den frei ausgebil-
deten oder aufgewachsenen Krystallgruppen, von denen
schon oben die Rede war, auch die Krystalldrusen
welche entstehen, wenn auf einer Fläche sich so viel
Individuen gleichzeitig entwickeln, daß sie diese voll-
ständig bedecken, und nur mit ihren obern Enden zur
Ausbildung gelangen. Sehr häufig bilden sich solche
Drusen in ringsumschlossenen Hohlräumen innerhalb
anderer Gesteine aus (Taf. 3, Fig. 6). Baumförmige
Krystallaggregate entstehen, wenn sich an eine
verticale Krystallreihe nach verschiedenen Richtungen
hin andere Krystalle ansetzen, ohne sich wieder zu ver-
einigen (Taf. 3, Fig. 7). Schuppige Aggregate
endlich resultiren, wenn sich viele Individuen von
tafelförmiger Ausbildung parallel nebeneinanderlegen
(Taf. 3, Fig. 8), gestrickte dagegen, wenn parallele
Reihen gewöhnlich sehr kleiner Krystalle von andern
ebenfalls parallelen Reihen geschnitten werden (Taf. 3,
Fig. 10).

Die krystallinischen Aggregate bezeichnet man
als körnige, schuppige, faserige oder schalige;
letztere lassen mitunter eine gewisse Regelmäßigkeit in der
Anordnung der kleinen Fasern oder dünnen Schalen
erkennen, so sie radialfaserigen (Taf. 3, Fig. 13b
und 16b) und concentrisch-schaligen (Taf. 3,
Fig. 12b) Aggregate.

Manche dieser krystallinischen Aggregate zeigen ganz
besondere äußere Formen, die, wenn sie auch als zu-
fällig zu betrachten und von der krystallographischen
Natur der Mineralien ganz unabhängig sind, doch für
gewisse von ihnen sehr charakteristische Kennzeichen
abgeben. Dahin gehören die zähnigen Gestalten
mancher geschmeidigen Mineralien (Taf. 3, Fig. 11),
die kugelförmige Structur der Erbsensteine (Taf. 3,
Fig. 12) und Oolithe (erstere aus concentrisch-scha-
ligen, letztere aus radialfaserigen Kugeln zusammen-
gesetzt), die nierenförmigen oder traubigen Ge-
stalten mancher Mineralien (besonders der Glasköpfe,
Taf. 3, Fig. 13). Auch die korallenförmigen

(Fig. 15) und stalaktitischen Bildungen (Fig. 16 a, b) gehören hierher. Unter Septarien (Fig. 14) versteht man kugelförmige Massen, welche infolge der Austrocknung in ihrem Innern eine unregelmäßig stengelige Absonderung zeigen, unter Dendriten endlich baum- und moosförmige, äußerst dünne Anflüge einer Mineralsubstanz zwischen feinen Spalten (Taf. 3, Fig. 17). Die Zahl dieser zufälligen Gestaltungen ließe sich mit Leichtigkeit noch sehr weit vermehren.

Pseudomorphosen.

Die Mineralsubstanzen treten mitunter in Krystallformen auf, welche ihnen selbst eigentlich fremd sind, die vielmehr andern Substanzen angehören. Es ist dies stets die Folge davon, daß ein neugebildetes Mineral an die Stelle eines ältern, verschwundenen getreten ist, und man nennt die durch diesen Proceß entstandenen Bildungen Pseudomorphosen oder Afterkrystalle (Taf. 3, Fig. 18.)

Man unterscheidet, je nach der Art ihrer Entstehung, Umhüllungs-, Verdrängungs- und Umwandlungspseudomorphosen. Bei den erstern bildet sich zunächst eine fremdartige Kruste über einem Krystall, welcher letztere häufig zerstört wird, sodaß allein durch die Kruste die Form des frühern Minerals erhalten bleibt; bei den zweiten wird durch einen doppelten chemischen Proceß, der entweder gleichzeitig oder in getrennten Zeiten stattfindet, die ursprüngliche Mineralsubstanz hinweggeführt, eine neue an ihrer Stelle abgelagert; bei den letzten endlich erfolgt die Pseudomorphosirung durch Verlust, Aufnahme oder Austausch einzelner chemischer Bestandtheile.

Zuweilen ist der Pseudomorphosirungsproceß nicht zur Vollendung gekommen, sondern unterbrochen worden, sodaß man an einem Krystall sowol die ursprüngliche als auch die neugebildete Substanz vorfindet, sei es, daß sich die erstere an einer Ecke, oder als Kern, oder endlich, aber seltener, als Kruste noch erhalten hat. In solchen Fällen existirt natürlich kein Zweifel über die Natur des Urminerals, wie es sonst wol manchmal der Fall sein kann.

B. Physikalische Eigenschaften der Mineralien.

Diejenigen Eigenschaften der Mineralien, welche ihre Masse als solche, ganz abgesehen von ihrer Form oder chemischen Zusammensetzung, charakterisiren, welche ihnen entweder innewohnen müssen, wenn sie als feste Körper sich darstellen sollen, oder welche sie unter dem Einflusse gewisser Agentien, Licht, Wärme und Elektricität, erkennen lassen, nennt man physikalische, und die Bestimmung derselben ist für die Erkennung und Unterscheidung der Mineralien von größter Wichtigkeit.

1. Spaltbarkeit und Bruch.

Die krystallisirten Mineralien zeigen die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, daß der Zusammenhalt ihrer kleinsten Theilchen nach gewissen Richtungen hin geringer ist, als nach allen übrigen, d. h. daß der Widerstand, den sie dem Zerschlagen oder Spalten entgegensetzen, in der Richtung gewisser Flächen am geringsten ist. Diese Eigenschaft der Spaltbarkeit ist aber deshalb von dem größten Interesse, weil jene Richtungen der geringern Cohärenz stets Krystallflächen parallel laufen, welche in die Krystallreihe des betreffenden Minerals gehören, sodaß also dadurch ein inniger Zusammenhang zwischen seinen äußern formalen und innern physikalischen Eigenschaften nachgewiesen wird.

Die Spaltungsrichtungen oder Bru[illegible] können nach Zahl und Gruppirung [illegible] man Mineralien mit ein, zwei, drei u. [illegible] rechten oder schiefen Winkeln sich [illegible] tungsrichtungen unterscheidet. Es [illegible] als Regel, daß, wenn ein Mineral [illegible] einer Fläche einer gewissen Krystallgest[illegible] z. B. nach einer Hexaederfläche, daß es [illegible] cher Vollkommenheit nach allen andern [illegible] nämlichen Krystallgestalt, also auch [illegible] andern Flächen oder den zwei andern [illegible] gen des Hexaeders spaltet. So genügt [illegible] ein leichter Hammerschlag auf einen [illegible] der die Gestalten Taf. 1, Fig. 14, 15, [illegible] haben kann, um jeden dieser Krystalle [illegible] kleiner Würfel (Spaltungshexaeder) zu [illegible] ihrer Form und ursprünglichen Lage [illegible] dem in den genannten Combinationen [illegible] Hexaeder entsprechen; ebenso kann jeder [illegible] er mag die Formen Taf. 2, Fig. 2, 3 [illegible] Formen 11—19 besitzen, in Rhomboeder [illegible] Fig. 12 gespalten werden.

Bei weniger vollkommener oder [illegible] Spaltbarkeit muß man dagegen ein [illegible] Fig. 59) zu Hülfe nehmen, dasselbe in [illegible] richtung auf den Krystall aufsetzen [illegible] leichten Hammerschlag gegen dasselbe [illegible] es z. B. leicht gelingen, am Flußspath [illegible] lich in Hexaedern (Taf. 1, Fig. 6) [illegible] nach dem Octaeder (Taf. 1, Fig. 5) [illegible] leichten Druck mit dem Messer die Ecken [illegible] (Taf. 1, Fig. 13) oder mit Zuhülfenahme [illegible] und Hammer aus dem ursprünglichen [illegible] vollständiges Octaeder herauszuspalten.

Spaltungsrichtungen von ungleicher [illegible] entsprechen jederzeit den Flächenrichtungen [illegible] Krystallgestalten. So spaltet z. B. das [illegible] stallisirende Mineral Hornblende sehr vo[illegible] flächig nach dem Prisma, aber nur [illegible] dem Flächenpaar (Taf. 2, Fig. 43).

Schließlich muß hervorgehoben werden [illegible] Mineralspecies immer nur eine oder [illegible] wenige Spaltungsformen besitzt und [illegible] eigenthümliche Spaltbarkeit, wie schon [illegible] wähnt, bei allen ihren Individuen [illegible] ganz unabhängig von deren jeweiligen [illegible] formen oder sonstigen Ausbildungsweisen [illegible] Namentlich deshalb ist die Spaltbarkeit [illegible] wichtige Eigenschaft und ein beachtens[illegible] mittel zur Bestimmung der Mineralien.

Wird ein Mineral nach Richtungen [illegible] denen es keine Spaltbarkeit besitzt, so [illegible] Bruchflächen. Bei Mineralien mit [illegible] mener Spaltbarkeit wird der Bruch nur [illegible] desto bestimmter tritt er aber bei jenen [illegible] die Eigenschaft abgeht, und seine Beschaffenheit kann dann unter Umständen ein wichtiges [illegible] Bestimmung solcher Körper sein.

Der allgemeinen Form der Bruchflächen [illegible] man von muscheligem, ebenem [illegible] Bruch, je nach der Beschaffenheit ihrer [illegible] von glattem, splitterigem, erdigem [illegible] tigem Bruch.

2. Härte und Tenacität.

Unter der Härte, dem Ausdruck [illegible] Cohärenz eines Minerals, versteht man [illegible] stand, den es einer Trennung der Theilchen [illegible] entgegensetzt. Ihre wenigstens annähernde [illegible] mung ist von großer Wichtigkeit, und

er Kennzeichenlehre eingehend mit diesem
igt, indem er sich zur Feststellung und
er Härte des Fingernagels, des Messers
s bediente und bei den einzelnen Mi-
, ob sie mit dem Fingernagel, oder
er mit dem Messer zu ritzen seien, oder
hle Funken schlügen. Das Princip von
relative Härte durch Ritzen der Körper
bestimmte, gestattet jedoch eine weit
igkeit, und deshalb bedient man sich
h zur Feststellung dieser Eigenschaft der
ärtescalen, welche auf jenes Princip
und aus einer Reihe von Mineralien
e ungefähr gleiche Differenzen in ihrer
Die gebräuchlichste ist die Härtescala
elche aus folgenden zehn Mineralien

. Talk,
. Steinsalz (oder Gips),
. Kalkspat,
. Flußspat,
. Apatit,
. Orthoklas,
. Quarz,
. Topas,
. Korund,
. Diamant.

also findet, daß ein zu bestimmendes
Flußspat ritzt, vom Apatit aber geritzt
: man, es habe Flußspat- bis Apatit-
der Kürze halber, Härte 4—5, wobei
stets zu vergegenwärtigen hat, daß diese
absoluten Größen ausdrücken. In der
t man sich, da man nicht stets derartige,
tücken bestehende Härtescalen zur Hand
tebestimmung zumeist nur des Messers
3. 59), womit man bei hinlänglicher
gende Resultate zu erzielen vermag.
Härteuntersuchungen erlangt man zugleich
ß über die Art des Widerstandes, den
n dem Eindringen eines andern, härtern
egensetzen, über ihre Tenacität, und
idet in dieser Beziehung spröde, milde,
e und biegsame (gemein-, resp. elastisch-
neralien.

Dichtigkeit oder specifisches Gewicht.

gkeit oder das specifische Gewicht, durch
Verhältniß der Masse zum Volumen eines
gedrückt wird, ist für die Mineralien des-
erordentlich wichtiges Merkmal, weil ver-
neralspecies in der Regel verschiedenes,
Species gehörigen Varietäten gleiches
ewicht besitzen. Um dasselbe festzustellen,
n das Gewicht eines Mineralstücks mit
desselben Volumens Wasser; der Quotient
Zahlen drückt das specifische Gewicht des
Minerals aus.
Ausführung dieser Versuche bedient man
agen (Taf. 2, Fig. 65), und man ver-
o, daß man ein Stück des zu untersuchen-
s zuerst in der Luft (auf der obern Wag-
, und darauf in Wasser eingetaucht (auf
rechten Schale) wägt. Da ein Körper
: genau um so viel weniger wiegt, als
des durch ihn verdrängten (also dem
ben) Wasservolumens beträgt, so muß man
ng des Gleichgewichts das zuerst aufge-
t um einen gewissen Betrag vermindern.
ir das Gewicht des Stücks an der Luft bestimmt P, sein Gewicht unter Wasser P^1, so ist $P - P^1$ das Gewicht des verdrängten Wasservolumens, das gesuchte specifische Gewicht aber $= \frac{P}{P - P^1}$.

Da man derartige besondere Wagen nicht immer zur Verfügung hat, und außerdem aus gewissen Gründen die Bestimmung des specifischen Gewichts von pulverisirten Körpern der in massiven Stücken vorgezogen werden muß, so benutzt man jetzt vielfach gewöhnliche chemische Wagen, und nimmt die zweite Operation in einem kleinen, mit Wasser gefüllten und mit durchbohrtem Stöpsel versehenen Fläschchen vor. Natürlich muß man dabei auch das Gewicht des bloßen, vollständig mit Wasser gefüllten Fläschchens feststellen.

4. Magnetismus.

Nur wenige Mineralien zeigen von Natur Magnetismus, der in seltenen Fällen attractorisch, meist nur retractorisch ist.

Die diamagnetischen Eigenschaften, welche alle Körper in größerm oder geringerm Grade zeigen, sind zu schwierig festzustellen, als daß sie für den praktischen Mineralogen von großem Werthe sein könnten.

5. Optische Eigenschaften.

Diejenigen äußern Kennzeichen der Mineralien, welche auf der Einwirkung des Lichts beruhen, sind schon deshalb als Merkmale vom ersten Range anzusehen, weil sie am meisten in die Augen fallen, am leichtesten erkannt werden können, und man darf sich deshalb nicht verwundern, wenn in frühern Zeiten auf deren Bestimmung ein fast übergroßes Gewicht gelegt wurde.

Am wenigsten wesentlich erscheint die Durchsichtigkeit (Pellucidität), welche durch dunkle Färbung oder vielfache Aggregation leicht alterirt werden kann. Man unterscheidet folgende Grade: durchsichtig, halbdurchsichtig, durchscheinend, kantendurchscheinend, undurchsichtig.

Der Glanz ist eine Erscheinung, welche durch die Reflexion des Lichts von mehr oder weniger glatten Flächen hervorgerufen wird. Er ist nach Art und Stärke verschieden. Nach der Art des Glanzes hat man zunächst die metallischglänzenden Mineralien von den nichtmetallischglänzenden zu sondern, eine Unterscheidung von eingreifender Wichtigkeit, da die erste Art des Glanzes, welche stets mit vollkommener Undurchsichtigkeit und ganz bestimmten Farben gepaart erscheint, nur den schweren Metallen und vielen ihrer Verbindungen zukommt. Die nichtmetallischglänzenden Mineralien zeigen je nach der Stärke ihres Lichtbrechungsvermögens Diamantglanz, Glasglanz, Fettglanz, Perlmutterglanz oder Seidenglanz. Der Perlmutterglanz findet sich nur bei Individuen, welche aus unendlich vielen äußerst dünnen Lamellen zusammengesetzt sind, und zeichnet deshalb besonders die Flächen der vollkommensten Spaltungsrichtungen aus; der Seidenglanz beruht lediglich in feinfaseriger Aggregation. Krystallcombinationen zeigen sehr häufig verschiedene Arten des Glanzes auf den Flächen der verschiedenen combinirten einfachen Gestalten.

Je nach der Stärke des Glanzes spricht man von starkglänzenden, glänzenden, schimmernden und matten Mineralien.

Alle diese Ausdrücke sind lediglich conventioneller Natur und deshalb einer scharfen Definition nicht fähig, nur durch vielfache Anschauung kann man sich

die damit bezeichneten Erscheinungen einprägen. Noch mehr gilt dies von den Farben, worunter man die Empfindungen versteht, welche die Strahlen des reflectirten oder transmittirten Lichts in unserm Auge hervorrufen.

Metallischglänzende Mineralien besitzen stets auch ihnen eigenthümliche metallische Farben, rothe, braune, gelbe, weiße, graue oder schwarze, welche noch in verschiedene Nuancen, z. B. goldgelb, messinggelb, silberweiß, bleigrau, stahlgrau u. s. f. unterschieden werden.

Die nichtmetallischen Farben, welche sich unter die acht Hauptfarben, weiß, grau, schwarz, grün, blau, gelb, roth und braun, bringen lassen, sind für die Charakterisirung der Mineralien von verschiedenem Werth, denn während es einestheils viele Mineralien (besonders Verbindungen schwerer Metalle) gibt, welche unter allen Umständen dieselbe Farbe zeigen, bei denen also die Farbe als ein wesentliches, charakteristisches Kennzeichen anzusehen ist (farbige Mineralien), ist bei der größten Mehrzahl die Färbung nur durch Beimischung von gewissen Pigmenten verursacht, also nur als ein zufälliges, unwesentliches Merkmal zu betrachten (gefärbte Mineralien).

Jede der obenerwähnten acht Hauptfarben ist durch eine Varietät als reinste, Charakterfarbe, repräsentirt. Diese sind: schneeweiß, aschgrau, sammetschwarz, smaragdgrün, berlinerblau, citronengelb, karminroth, kastanienbraun; die übrigen sehr zahlreichen Farbennuancen, sind durch Mischungen jener hervorgerufen.

Die Lichtstrahlen werden bekanntlich beim Uebergang aus einem Mittel in das andere, also auch beim Uebergang aus der Luft in Mineralien, aus ihrer Richtung abgelenkt, gebrochen. Diese Brechung ist aber bei sehr vielen Mineralien, d. h. bei allen, die nicht amorph oder nicht in tesseralen System auskrystallisirt sind, von einer ganz besondern Erscheinung begleitet, indem nämlich die Lichtstrahlen beim Eintritt in jene Mineralien nicht nur aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, sondern auch in zwei Strahlen zerlegt werden. Man nennt diese Erscheinung die doppelte Strahlenbrechung. Indessen existiren auch in doppeltbrechenden Mineralien eine oder zwei Richtungen (die optischen Achsen), in welchen die Lichtstrahlen nur einfach gebrochen werden, und zwar besitzen tetragonal und hexagonal krystallisirende Mineralien eine, rhombisch, monoklinisch und triklinisch krystallisirende dagegen zwei optische Achsen.

Nur sehr selten kann man die doppelte Strahlenbrechung direct beobachten, wie z. B. an den durchsichtigen Spaltungsstücken des isländischen Kalkspats, in der Regel bedarf es dazu einer Untersuchung im polarisirten Licht. Man bedient sich zu diesem Zwecke entweder eines Nörrenbergischen Polarisationsinstruments (Taf. 2, Fig. 61) oder noch einfacher einer Turmalinzange (Taf. 2, Fig. 62). Diese kleine elastische Zange hält in drehbaren Fassungen zwei Plättchen von Turmalin, welche parallel der krystallographischen Hauptachse geschliffen sind; bei paralleler Achsenlage der Plättchen erscheint das Gesichtsfeld beim Durchsehen hell, bei gekreuzter Achsenlage dagegen dunkel. Wenn man nun zwischen die in gekreuzter Achsenlage befindlichen Turmalinplättchen eine Lamelle irgendeines Minerals einlegt, so wird das Gesichtsfeld hell, wenn dieses Mineral doppelte Strahlenbrechung besitzt; bleibt dagegen das Gesichtsfeld dunkel, so hat das betreffende Mineral, wenigstens in der Richtung, in welcher das Licht durchgeht, einfache Brechung.

Die Turmalinzange ist aber auch noch weiter deshalb ein sehr nützliches Instrument, weil sich mit ihrer Hülfe nachweisen läßt, ob ein doppeltbrechendes Mineral optisch einachsig oder zweiachsig ist. Eine Lamelle eines einachsigen, also tetragonalen oder hexagonalen Minerals, senkrecht zur Hauptachse gespalten oder geschnitten, zeigt nämlich zwischen gekreuzten Turmalinplatten ein System kreisrunder, farbiger Ringe, welche von einem schwarzen Kreuz durchschnitten werden (Fig. 63a), zwischen parallelen Platten dagegen ein weißes Kreuz und schmale Ringe in den Complementärfarben.

Anders ist die Erscheinung, wenn man eine Lamelle eines optisch zweiachsigen Minerals, welche senkrecht auf die Mittellinie der optischen Achsen geschnitten ist, zwischen gekreuzten Turmalinplatten beobachtet. Man erblickt dann bei verschiedenen Stellungen der Lamelle zwei Systeme elliptischer, farbiger Ringe, welche von farbigen Curven (Lemniscaten) umgeben sind und entweder ein symmetrisches schwarzes Kreuz (Fig. 64a) oder zwei schwarze Hyperbeln (Fig. 64b) zeigen.

6. Elektrische Eigenschaften.

Durch Reiben werden alle Mineralien electrisch. Die erregte Elektricität ist bald positiv, bald negativ, zum Theil nach sehr zufälligen Umständen; Druck rufen nur bei wenigen Mineralien elektrische Erscheinungen hervor. Manche, und zwar besonders durch Hemimorphismus ausgezeichnete Mineralien werden vorzüglich dem Einfluß von Temperaturveränderungen elektrisch, so besonders der Turmalin, der deshalb von den Holländern früher Aschentreder (Aschenzieher) genannt wurde (pyroelektrische Mineralien). Dabei ist als besonders bemerkenswerth noch das hervorzuheben, daß bei gewissen Mineralien die beiden Elektricitäten zugleich, an entgegengesetzten Punkten hervorgerufen werden (polare Pyroelektricität).

Unter den Instrumenten und Apparaten, welcher sich der Mineralog bedient, ist eins der wichtigsten und unentbehrlichsten das Mikroskop, welches theils als einfaches Mikroskop oder Lupe (Taf. 2, Fig. 60) zur Vergrößerung und Deutlichmachung der oft sehr kleinen Individuen, theils als zusammengesetztes Mikroskop zum Studium der innern, feinern Structur, zur Aufklärung besonderer Eigenthümlichkeiten und Erscheinungen die vielfachste Anwendung findet. Mit Hülfe des letztern, des eigentlichen Mikroskops, unter welchem man aber nur ganz feine Splitter, oder besonders präparirte, durchsichtig geschliffene Lamellen von Mineralien untersuchen kann, hat man gefunden, daß die Homogenität und vollkommene Raumerfüllung vieler Mineralien nur eine scheinbare ist, daß sie vielmehr sehr häufig von unzähligen, leeren oder gefüllten Hohlräumen, von Krystallen, oder krystallinischen, oder ganz eigenthümlich unregelmäßig geformten Mikroporen durchschwärmt sind, daß ferner die scheinbar gleichmäßige Färbung gewisser Mineralvarietäten durch eingestreute Blättchen eines fremdartigen Körpers hervorgerufen ist, u. s. f. Kurz, man hat durch das Mikroskop so vielfache und so interessante Aufschlüsse über die innere Natur der Mineralien erlangt, daß in neuerer Zeit sehr viele Forscher sich dem Studium dieser Erscheinungen widmen.

Taf. 3 führt nun einige Beispiele solcher mikroskopischer Bilder vor: Einschlüsse von Flüssigkeiten in Quarz (Fig. 1), von Krystallchen in Labrador (Fig. 2) und Schlacke (Fig. 3), von regellos gestalteten Körpern in Obsidian (Fig. 4).

che Eigenschaften der Mineralien.

ständige Einsicht in die Natur und das Mineralien erlangt man durch das Verderen morphologischen und physikalischen noch nicht, dazu gehört nothwendigerweise nntniß ihrer stofflichen oder chemischen , nicht nur weil jene mit den letztern Zusammenhange stehen, ja von ihnen vielbedingt werden, sondern auch weil sich eit der Mineralien im täglichen Leben, wendung zu Decorations- oder baulichen sehen, fast in allen Fällen auf das Vorewisser chemischer Bestandtheile gründet. t bekannten, mehr als sechzig einfachen, Stoffe oder Elemente finden sich den Mineralien vor, jedoch ist nur etwa eil von ihnen allgemein und in größerer eitet. Es sind dies: Sauerstoff, Wasser- Kohlenstoff, Silicium, Phosphor und den Metalloiden; von den Metallen daum, Natrium, Baryum, Calcium, Magnenium, Mangan, Eisen, Zink, Blei, Kupfer, mon und Arsen.

ie Elemente treten für sich als Mineralien ind sie zu chemischen Verbindungen Gewichtsverhältnissen) vereinigt. Nach en Mineralogen wenigstens noch gewöhnlichen Anschauungsweise, denkt man sich, zwei Elemente zu einer Verbindung nung, zwei Verbindungen erster Ordnung hen zweiter Ordnung u. s. f. zusammenerklärt sich so den oft sehr complicirten Bau der Mineralien. Die Verbindungen ng, welche am häufigsten durch Vereinisauerstoff mit irgendeinem andern Element ennt man im allgemeinen Oxyde und e nach ihren Eigenschaften, in Basen engern Sinne, mitunter auch Erden ge- Säuren; Verbindungen zweiter Ordnung, mentreten von Basen und Säuren entichnet man als Salze (basische, neutrale

seltenern Verbindungen von Schwefel mit enten nennt man entsprechend Schwefelwefelsäuren und Schwefelsalze, die n von Chlor u. s. w. mit Elementen endschon als Verbindungen erster Ordnung haraktor haben — Haloïdsalze.

Mineralien als nach festen Verhältnissen mische Verbindungen anzusehen sind, so tisch die Frage nach der chemischen Con- r einer Species zugehörigen Körper eine Beantwortung finden; die Ermittelung einem Exemplar würde für alle Fälle, e Species genügen. In Wirklichkeit aber e Sache anders, da, abgesehen von zu- anischen Beimengungen, deren Häufigkeit rch die neuere Mikroskopie nachgewiesen ie theoretische Zusammensetzung durch das omorpher Bestandtheile, d. h. solcher , welche die Fähigkeit haben, sich gegen- bestimmten Verhältnissen zu vertreten, ewisser Grenzen alterirt werden kann. aber, wenn man nicht in sonstigen, mor- und physikalischen Beziehungen ganz über- Körper auseinanderreißen und in unpeciesmacherei verfallen will, der chemienensetzung für jede Mineralspecies einen eltraum gewähren.

Die Feststellung der genauen, qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Mineralien ist die Sache des Chemikers, der Mineralog begnügt sich damit, die Resultate von dessen oft mühevollen und zeitraubenden Arbeiten zu acceptiren und daraus die für seine Zwecke nöthigen Schlüsse zu ziehen; wohl aber muß sich der Mineralog mit den chemischen Reactionen der Mineralien, d. h. den Erscheinungen und Veränderungen, welche sie bei Einwirkung anderer Stoffe und zersetzender Agentien wahrnehmen lassen, vertraut machen, da ihm diese in vielen Fällen, wo äußere Kennzeichen nicht mehr ausreichen, werthvolle Fingerzeige zur Bestimmung derselben darbieten können.

Um chemische Versuche mit einem Körper vornehmen zu können, muß man ihn stets erst in den flüssigen Aggregatzustand überführen, sei es mit Hülfe hoher Temperatur in geschmolzenen, sei es mit Hülfe von Auflösungsmitteln in wässerig flüssigen Zustand, und je nachdem man den einen oder andern Weg einschlägt, unterscheidet man Untersuchungen auf trockenem und solche auf nassem Wege, und es ist besonders die erste Methode wegen ihrer Bequemlichkeit, und deshalb, weil sie nur sehr geringe Mengen des zu prüfenden Körpers beansprucht, bei den Mineralogen sehr beliebt.

Zur Erzeugung hoher Temperaturen bedient man sich des Löthrohrs (Taf. 1, Fig. 60, nebst der von Plattner angegebenen Lampe), welches zunächst die Schmelzbarkeit eines Minerals festzustellen, dann aber auch durch Flammen- und Perlenfärbung oder durch die bei der Behandlung eines Minerals auf Kohle beobachteten Erscheinungen Schlüsse auf die Gegenwart bestimmter Stoffe zu ziehen erlaubt. Was zuvörderst die Schmelzbarkeit der Mineralien, allerdings eine mehr physikalische Eigenschaft, betrifft, so ist hauptsächlich deren Grad zu bestimmen. Man unterscheidet in dieser Beziehung leicht schmelzbare, schwer schmelzbare, an den Kanten schmelzbare und unschmelzbare Mineralien, oder man bezeichnet den Grad der Schmelzbarkeit mit einer Zahl, indem man sich zur Vergleichung der der Härtescala analogen Schmelzbarkeitsscala bedient. Diese besteht aus den Mineralien Antimonglanz, Natrolith, Almandin, Strahlstein, Orthoklas und Bronzit, von denen das erste an der bloßen Lichtflamme schmilzt, das letzte aber unschmelzbar ist. Außer dem Grade der Schmelzbarkeit hat man noch andere Erscheinungen zu beobachten, da manche, besonders wasserhaltige Mineralien, unter Aufschäumen schmelzen, während andere eine klare, durchsichtige Kugel, wieder andere dagegen ein undurchsichtiges Email liefern. Nimmt man die Schmelzversuche nicht in der Pincette, sondern auf einem Stück Holzkohle vor, so hat man zu berücksichtigen, ob das Mineral einen flüchtigen Bestandtheil von sich gibt, der entweder einen bestimmten Geruch besitzt, oder als ein gefärbter Beschlag auf der Kohle, hinter der Probe sich festsetzt. So deutet z. B. das Auftreten eines nach Knoblauch riechenden Dampfes auf die Gegenwart von Arsen; ein gelber Beschlag auf Blei, ein weißer, feuerbeständiger Beschlag auf Zink, ein weißer, aber flüchtiger auf Antimon u. s. w.

Gewisse Stoffe, besonders Alkalien, alkalische Erden, Kupfer u. s. w. ertheilen der äußern Löthrohrflamme eine gewisse Färbung, welche man am leichtesten erhält, wenn man die Probe mit Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) befeuchtet, da die Chlorverbindungen am leichtesten flüchtig sind. So erhält man durch Natron eine gelbe, durch Kali eine violette, durch Strontianerde eine karminrothe, durch Kalkerde eine gelblich-rothe, durch Kupfer eine schön blaugrün gefärbte Flamme.

Wenn man Mineralien mit Hülfe von Flußmitteln (Borax- oder Phosphorsalz) im Oehre eines Platindrahts oder auf Kohle vor dem Löthrohr zusammenschmilzt, so bekommen die so erhaltenen Perlen bei Gegenwart gewisser Substanzen bestimmte Farben. Es ist hierbei zu beachten, ob die Perle stark oder schwach mit dem Mineralpulver gesättigt ist, ob sie noch heiß, oder schon erkaltet ist, ob man sie mit der oxydirenden äußern oder der reducirenden innern Flamme behandelt hat, da alle diese Umstände auf die Färbung von Einfluß sein können und gerade durch derartig bewirkte Farbenveränderungen die Gegenwart eines Stoffs mit um so größerer Bestimmtheit erkannt werden kann. So färbt, um nur einige Beispiele anzuführen, das Mangan die Boraxperle im Oxydationsfeuer amethystroth bis schwarz, je nach dem Sättigungsgrade, im Reductionsfeuer wird diese Perle dagegen farblos, das Eisen ertheilt der Perle im erstern Falle eine gelbe bis dunkelrothe Farbe, welche sich im Reductionsfeuer in Grün umwandelt u. s. w.

Behandelt man ferner gewisse Mineralien mit Soda auf Kohle oder Platinblech vor dem Löthrohr, und befeuchtet dann die Schmelze mit Kobaltlösung, so gibt sich auch hier die Gegenwart von gewissen Stoffen (Thonerde, Magnesia) durch Färbungen kund; andere, metallhaltige Mineralien, auf Kohle mit Soda zusammengeschmolzen, hinterlassen ein reguliniſches Metallkorn. Mit diesen eigentlichen Löthrohruntersuchungen verbindet man in der Regel noch kleine Prüfungen durch Erhitzen von Mineralien im Glaskölbchen, in der offenen und zugeschmolzenen Glasröhre, wodurch die Gegenwart von flüchtigen Stoffen, so von Wasser, Schwefel, Arsen, Antimon, Quecksilber nachgewiesen werden kann.

Untersuchungen auf nassem Wege werden von den Mineralogen, schon weil sie umfänglichere Hülfsmittel und größern Aufwand an Zeit erfordern, weniger benutzt; in der Regel begnügt man sich damit, das Verhalten der Mineralien gegen Lösungsmittel festzustellen.

Diese Lösungsmittel, Wasser, Salzsäure, Salpetersäure oder ein Gemenge von beiden, selten Schwefelsäure, wendet man gradatim an, wobei man häufig ihre Einwirkung durch gelindes Erwärmen zu unterstützen hat. Man beobachtet hierbei, ob und in welchem Lösungsmittel ein Mineral auflösbar oder zersetzbar (d. h. partiell, mit Hinterlassung eines Rückstandes löslich) sei, ob dabei ein Aufbrausen, durch plötzliches Entweichen einer Gasart bedingt, oder die Entwickelung eines riechenden Gases stattfindet. Die Zersetzbarkeit ist besonders für gewisse kieselsaure, das Aufbrausen für kohlensaure Salze, die Entwickelung riechender Gase für manche Schwefelverbindungen charakteristisch; in Wasser lösliche Mineralien endlich besitzen einen bestimmten Geschmack.

D. Beschreibung der wichtigsten Mineralien.

I. Klasse. Metalloide.

1. Schwefel.

Die Krystalle des in der Natur vorkommenden Schwefels gehören dem rhombischen System an; bei vorwaltend pyramidalem Habitus treten untergeordnet prismatische und domatische Gestalten sowie Pinakoide auf. (Der aus Lösungen künstlich auskrystallisirte Schwefel zeigt ebenfalls rhombische Formen, während sich beim Erkalten von geschmolzenem Schwefel monoklinische Krystalle bilden; er ist also dimorph.)

Die bis zu einigen Zoll langen Krystalle sind meist zu Gruppen vereinigt, auf anden[illegible] wachsen; häufiger kommt der Schwefel [illegible] ohne bestimmte Structur vor, [illegible] von erdiger und mehliger Beschaffenheit [illegible] häufungen mikroskopisch kleiner Krystalle.

Die Spaltbarkeit nach den basischen [illegible] Flächen ist unvollkommen, der Bruch [illegible] splitterig, die Härte gleich der des Gy[illegible] specifische Gewicht = 2,0. Die Krystalle [illegible] durchsichtig fett- bis diamantglänzend [illegible] hellgelber Farbe; die derben Massen [illegible] durchscheinend und lichtgelb bis lichtbraun. Elektricität wird durch Reiben und [illegible] beim Erwärmen in der hohlen Hand [illegible] ein knisterndes Geräusch vernehmen.

Der Schwefel schmilzt bereits bei [illegible] hitzen bis zu 420° (unter Luftabschluß [illegible] über, unter Luftzutritt erhitzt, verbrennt [illegible] Flamme zu schwefliger Säure, welche [illegible] ten stechenden Geruch ausgezeichnet.

Der Schwefel, welcher meist durch [illegible] haltige Exhalationen oder durch Fäulnis[illegible] tumen (oder andern organischen Stoffen) [illegible] saure Verbindungen (Gips u. dgl.) [illegible] det sich in größter Menge in den Ablagerungen der tertiären Formation, so bei Girgenti in Sicilien, bei Conil im südlichen Spanien, Fundorte schöner Krystalle bekannt), [illegible] gonien, zu Radoboj in Kroatien (Fundort) zu Swoszowice bei Krakau. Außerdem [illegible] Schwefel, besonders der mehlige, auf [illegible] von Vulkanen, so am Vesuv, bei [illegible] cano (in geschmolzenen, stalaktitischen [illegible] land u. s. w.

Der Schwefel findet vielfache Anwendung, besonders zur Darstellung der [illegible] Schießpulvers und der Zündhölzer, [illegible] Gespinsten, als Arzneimittel u. s. w.

2. Diamant.

Der Diamant krystallisirt tesseral: Octaeder, Rhombendodekaeder, Tetrakis[illegible] Hexakisoctaeder, letztere Gestalten [illegible] genähert, mit abgerundeten Flächen und [illegible] linge, meist in der Richtung einer [illegible] sind nicht selten.

Der Diamant hat sehr vollkommene [illegible] barkeit, die höchste Härte unter allen [illegible] specifische Gewicht = 3,5. Der starke [illegible] ten auf den meist rauhen Krystallflächen [illegible] erst auf Spaltungs- und Schliffflächen [illegible] das starke Lichtbrechungsvermögen [illegible] haftes Farbenspiel. Die durchsichtigen [illegible] farblos, oft wasserhell, doch manchmal [illegible] schiedenen grauen, grünen, blauen [illegible]

Der Diamant ist reiner Kohlenstoff [illegible] ihn daher, aber nur unter Anwendung [illegible] gebläses, zu Kohlensäure verbrennen. [illegible] steht er hartnäckig allen Versuchen, [illegible] hauptsächlich aus diesem Grunde [illegible] nicht möglich gewesen, ihn auf [illegible] zustellen.

Der Diamant findet sich vorwiegend [illegible] Lagerstätte, d. h. in losen oder [illegible] bundenen Anhäufungen zertrümmert [illegible] in Gesellschaft von andern Edelsteinen [illegible] Gold, so in Ostindien (Plateau von [illegible] neo, am Ural und in Brasilien (Provinz [illegible] In letzterm Lande, dem reichsten [illegible] hat man ihn endlich auch eingewa[illegible]

einem glimmerschieferartigen Gestein; auch ort in derben Massen von feinkörniger Zu- ıng (als sog. Carbonat) vor.

3. Graphit.

en, sechsseitigen, auf der Endfläche oft tri- ıiften Tafeln, in denen das Mineral mit- ınmt, gehören wahrscheinlich dem hexagonalen am häufigsten tritt er in derben, strahligen igen, schuppigen oder dichten Aggregaten, emengtheil gneisartiger Gesteine auf. Das nach einer Richtung sehr vollkommen spalt- ınen Blättchen biegsam, sehr weich, daher auch fettig anzufühlen, und besitzt das spe- icht 1,9—2,2, dabei eisenschwarze Farbe und . Der Graphit besteht, wie der Diamant, stoff, dem in der Regel etwas Eisen bei- , und er ist deshalb, wie jener, aber eben ɔwierig, zu Kohlensäure verbrennbar. Gra- ıiamant bieten demnach ein ausgezeichnetes Dimorphismus dar, und in der That kann aum bei gleicher chemischer Beschaffenheit gensätze in allen morphologischen und phy- ıigenschaften denken.

rystalle kennt man besonders von Pargas in ı Kalk eingewachsen), in großen Massen Graphit auf Ceylon und bei Semipalatinsk vor, als Gemengtheil von Gesteinen bei Baiern. Berühmt wegen seiner Reinheit ist t von Borrowdale in England.

tlichem Wege gebildete Graphitkrystalle fin- ıcht selten als Ausscheidungen in kohlenstoff- ɔeisen.

ten Graphitsorten werden zu Bleistiften ver- ıchlechtern zu feuerfesten Tiegeln; außerdem ıerwendung als Schmiermittel und Farbe- ım Schwärzen eiserner Geräthschaften.

II. Klasse. Salze.

ıilie. Kohlensaure Salze (Carbonate).

4. Kalkspat.

(Tafel 2, Fig. 11—17, 19, 20, 22.)

ıdgestalt der ausgezeichnet entwickelten he- ıagonalen Krystallreihe ist ein Rhomboeder, ɔen Scheitelkanten 105°, in den Randkanten Fig. 12). Von dieser Grundgestalt, welche ıften in den Krystallen ausgebildet erscheint, ıigen außerordentlich zahlreichen Krystallge- ıeiten; als die wichtigsten sind anzuführen: oeder von halber (Fig. 11), zweifacher vierfacher und sechszehnfacher Länge der das Skalenoeder von dreifacher Achsenlänge s Prisma und die Basis. Diese und noch einfache Gestalten combiniren sich in der en Art und Weise, sodaß nicht weniger als mbinationen bisjetzt bekannt sind. Der Ha- ıystalle ist ebenfalls, je nach dem Vorherr- ıen oder der andern Form, ein sehr wechseln- ıscheinen sie rhomboedrisch, bald skalenoë- tafelartig, oder lang- oder kurzsäulenförmig. sind nicht selten; man beobachtet sie theils en Achsensystemen (so besonders skalenoë- binationen, Fig. 20), theils mit geneigten ten (säulenförmige Krystalle, Fig. 22). Die en sind meist glatt und glänzend, doch sind die Basis und die Flächen des seltenen ıboeders, in der Regel trübe, rauh oder

So häufig und weit verbreitet auch die krystallisirten Varietäten dieses Minerals sind, so findet sich doch die Hauptmasse desselben in andern Formen, in grob- und feinkörnigen bis dichten Aggregaten, in stalaktitischen, stengeligen und faserigen Bildungen, oder in erdiger Beschaffenheit, oder als Versteinerungsmaterial von Thierresten.

Die Spaltbarkeit nach den Flächen der Stammgestalt ist höchst vollkommen, die Spaltungsflächen zeigen Perlmutterglanz, die Krystallflächen dagegen Glasglanz. Härte = 3, Gewicht 2,6—2,8.

Das Mineral findet sich in allen Graden der Durchsichtigkeit und in den verschiedensten Färbungen, vom wasserhellen Doppelspat an bis zu dem schwarzen, durch Kohle gefärbten Anthrakonit.

Das ausgezeichnete doppelte Lichtbrechungsvermögen, welches die Anwendbarkeit mancher Varietäten zu optischen Zwecken bedingt, ist schon oben erwähnt worden.

Der Kalkspat besteht aus kohlensaurer Kalkerde; jedoch ist meist, außer in den reinsten Abänderungen, ein Theil der Kalkerde durch entsprechende Mengen von Magnesia oder Eisenoxydul vertreten. Er ist vor dem Löthrohr unschmelzbar, verliert aber beim Erhitzen seine Kohlensäure und verwandelt sich in kaustische, leicht Wasser aufnehmende Kalkerde. In kalter Salzsäure löst er sich schon in Stücken leicht auf, die Kohlensäure entweicht dabei unter lebhaftem Aufbrausen.

Man unterscheidet bei diesem wichtigen und weitverbreiteten Mineral, je nach der Art seiner Ausbildung, verschiedene Varietäten; so zunächst den eigentlichen krystallisirten Kalkspat, den man besonders auf Erzgängen, in Drusenräumen von Kalksteinen und andern Gesteinen antrifft (Freiberg, Andreasberg, Tharand, Derbyshire und Cumberland), ferner die körnigen bis dichten Abänderungen (Marmor, Kalkstein), die ganze Gebirgszüge und Länderstrecken bilden (berühmte Marmorbrüche zu Carrara in Italien, Pentelikon in Griechenland, Insel Paros), ferner die Kalkschiefer (Solnhofen in Baiern), die faserigen Kalke und Kalksinter, die Oolithe oder Rogensteine (ihrer kugelförmigen Structur halber so genannt), endlich die erdigen Abänderungen (Kreide) aus Rügen, Nordfrankreich, England.

In Künsten und Gewerben findet das Mineral die ausgedehnteste Verwendung. Die in großen Blöcken brechenden feinkörnigen Kalksteine dienen der Bildhauerei, schöngefärbte dichte Kalksteine der Ornamentik; andere körnige Kalksteine liefern das Material zur Darstellung der Kohlensäure für die ausgebreitete Fabrikation künstlicher Mineralwässer, die Kalkschiefer finden Anwendung in der Lithographie, die Kreide benutzt man zum Schreiben, vor allem aber sind die Kalksteine wichtig als leicht zu bearbeitende Bausteine und im gebrannten Zustand als Material zur Mörtelbereitung; durch Thon verunreinigte Kalksteine, die sog. Mergel, endlich werden auch zum Düngen der Felder verwendet.

5. Talkspat (Magnesitspat).

Die Krystallform ist, identisch mit der des Kalkspats, rhomboedrisch, mit nur geringen Winkelabweichungen. Dagegen ist die Krystallisationsreihe bei weitem weniger entwickelt; meist findet man das Mineral nur in der Form des Stammrhomboeders oder in wenigen andern Combinationen. Die Spaltbarkeit ist ebenso vollkommen wie beim Kalkspat, Härte und specifisches Gewicht sind etwas höher als bei diesem. Die glas- bis perlmutterglänzenden Individuen sind meist durchsichtig, farblos oder sicht gefärbt.

Der Talkspat besteht aus kohlensaurer Talkerde (Magnesia), er besitzt also eine dem Kalkspat analoge Zusammensetzung; von Säuren wird er schwerer, als

dieser, meist nur in der Wärme, unter Aufbrausen gelöst.

Man findet dieses Mineral, in ringsum ausgebildeten Individuen, eingewachsen in Talchiefer an vielen Punkten der Alpen; eine dichte, in nierenförmigen Massen auftretende Modification kennt man von Kraubat in Steiermark und von andern Orten.

6. Bitterspat (Dolomit).

Auch bei diesem Mineral kehrt die Krystallform des Kalkspats wieder, mit Winkelabmessungen, die zwischen denen des Kalkspats und des Talkspats liegen. Am häufigsten tritt das Stammrhomboëder selbst, oft mit sattelförmig gebogenen Flächen, auf, seltener ist das flachere Rhomboëder (linsenförmig ausgebildet) oder einfache Combinationen.

Die Krystalle sind meist aufgewachsen und zu Gruppen oder Drusen vereinigt, sehr häufig und in großen Massen findet man grob- bis feinkörnige Abänderungen, bei denen die einzelnen Individuen nicht wie beim Kalkstein innig verwachsen, sondern viel loser (zuckerkörnig) verbunden erscheinen (Dolomit). Die physikalischen Eigenschaften, Spaltbarkeit, Härte, Gewicht u. s. w., sind nahezu dieselben wie die des Talkspats.

Der Bitterspat besteht aus kohlensaurer Magnesia und kohlensaurer Kalkerde, in den reinsten Varietäten nach gleichen Mischungsgewichten; doch weichen die meisten Abänderungen von der Normalzusammensetzung etwas ab, sodaß sich Uebergänge nach beiden Richtungen, nach Kalkspat einer-, nach Talkspat andererseits, vorfinden. Außerdem wird häufig in den sogenannten Braunspaten ein Theil der Basen durch Eisenoxydul oder Manganoxydul vertreten. Das Verhalten gegen Säuren wie beim Talkspat.

Die krystallisirten Varietäten finden sich theils in Chlorit- oder Talkschiefern der Alpen, theils auf Erzgängen (Freiberg, Joachimsthal im Erzgebirge), theils in Drusen von Dolomit (Tharand in Sachsen), die körnigen Abänderungen bilden Lager oder ganze Gebirgszüge, so besonders in den Alpen, in der Fränkischen Schweiz u. s. w.

7. Aragonit.

Die rhombischen Krystalle dieses Minerals zeigen besonders häufig die Combination von Prisma, Brachypinakoid und Brachydoma, oder von Prisma, Brachypinakoid und Basis, von denen die letztern, da der Prismawinkel nur wenig von 120° abweicht, einen hexagonalartigen Charakter besitzen. Andere, spießig ausgebildete Varietäten zeigen sehr spitze Pyramiden und Brachydomen. Sehr häufig finden sich Zwillinge, welche eine Prismenfläche gemein haben (Taf. 2, Fig. 37), und alternirende Vielinge desselben Gesetzes, bei denen die mittlern Individuen nur papierdünne Lamellen bilden, sodaß sich die Verwachsung lediglich aus einer feinen Streifung der brachydiagonalen und brachydomatischen Flächen erkennen läßt. — Die Krystalle sind oft ringsum ausgebildet, seltener aufgewachsen, häufig sind stengelige und faserige Aggregate, letztere oft radialfaserig oder concentrisch-schalig (Erbsensteine, Taf. 3, Fig. 12), oder stalaktitisch und sinterartig (Sprudelstein), auch finden sich baumförmige und zackige Gestalten (Eisenblüte, Taf. 3, Fig. 15).

Die Spaltbarkeit ist deutlich brachydiagonal, der Bruch muschelig, Härte = 4, Gewicht 3,0; die glasglänzenden Individuen sind wasserhell oder weingelb, auch lichtgrün oder violblau gefärbt, derbe Massen oft dunkler.

Die chemische Zusammensetzung und das chemische Verhalten des Aragonits ist dem des Kalkspats gleich; die kohlensaure Kalkerde liefert also ein weiteres Beispiel für den Dimorphismus einer Sub[illegible] hat gefunden, daß sich dieselbe aus [illegible] der Form des Kalkspats, aus [illegible] des Aragonits abscheidet.

Schöne Krystalle finden sich in [illegible] Molina in Aragonien, in Basaltm[illegible] gewachsene spießige Varietäten bei [illegible]sen und zu Alstonmoore in England; [illegible] Kalksinter (Sprudelstein) bilden sich [illegible]satz aus den heißen Quellen von [illegible] blüte kommt von Eisenerz in Steier[illegible]

Der Sprudelstein wird zu kleinen [illegible] den und Geräthschaften verarbeitet.

8. Natron.

Dieses Mineral, die natürliche Sod[illegible] in krystallinischen Krusten oder [illegible] Efflorescenz des Bodens in heißen, [illegible] den. Künstliche Krystalle sind [illegible] Körper ist sehr weich und zerreiblich, [illegible] geringe Gewicht von 1,5. Er besit[illegible] tigem kohlensauren Natron, ist leicht [illegible] schmilzt bei gelinder Wärme in seine[illegible] wasser und verwittert an der Luft.

Das Mineral findet seines beschränk[illegible] wegen nur wenig Verwendung; [illegible] aber die Wichtigkeit der künstlichen Sod[illegible] ihrer ausgedehnten Anwendung in [illegible] Glasfabrikation, in der Bleicherei, [illegible] berei in ungeheuern Massen dargestellt.

2. Familie. Schwefelsaure Salze.

9. Schwerspat (Barit).

Das rhombische Prisma von ca. 10[illegible] Basis die einfachsten Krystalle (Taf. [illegible] 29 c), außerdem treten aber noch [illegible] bischen Formen, Pyramiden, Domen [illegible] Flächenpaare auf, sodaß dadurch [illegible] faltigkeit der Formenentwickelung [illegible] Krystalle entsteht; vorherrschend ist aber [illegible] artige oder pyramidale Typus (auch [illegible] angulärpyramiden, aus der Combin[illegible] und Makrodoma entstanden, nicht selten [illegible] stengelige Krystalle entstehen durch das [illegible] treten eines Flächenpaars (Stangenspa[illegible] sind theils einzeln, theils zu mannich[illegible] migen und andern Gruppen vereinig[illegible] derbe Massen von schaliger, faserige [illegible] dichter Aggregation, selten erdige [illegible]

Die Spaltbarkeit, vollkommen nach [illegible] basischen Flächen, und das hohe Gewi[illegible] dieses Mineral leicht von andern Sp[illegible] die glasglänzenden und durchsichtigen [illegible] nenden Individuen sind verschieden, [illegible] ten Nuancen, gefärbt.

Der Schwerspat besteht aus schwefels[illegible] er ist unschmelzbar und widersteht [illegible] mitteln, nur in der Glühhitze wird er [illegible] Alkalien zersetzt.

Es ist ein weitverbreitetes, besonders [illegible] häufig vorkommendes Mineral; sch[illegible] rietäten von Freiberg und andern Ort[illegible] von Schemnitz in Ungarn, Offenbanya [illegible] Przibram in Böhmen; der Stangenspat [illegible] der dichte und erdige Baryt von Fa[illegible] förmigen radialstrahligen Knollen de[illegible] besitzen die merkwürdige Eigenschaft, [illegible] men noch längere Zeit im Dunkeln [illegible]

Der Schwerspat dient als Zuschlag [illegible]

benutzt man ihn zum Verfälschen des

10. Cölestin.

logographischen und physikalischen Eigen- Minerals stimmen mit denen des iso- verspats sehr nahe überein, nur das Ge- s niedriger = 4. Zu Drusen vereinigte gelige, schalige und körnige Aggregate, parallelfaseriger Structur. aus schwefelsaurer Strontianerde, ist vor leicht schmelzbar (Unterschied von Schwer- er die äußere Flamme schön karminroth rs beim Befeuchten der Probe mit Salz- äuren wird er wenig angegriffen. blose Krystalle mit Schwefel und Gips kleine, flächenreiche, himmelblau gefärbte und in Ungarn, parallelfaserige Platten schelkalk der Gegend von Jena. Darstellung von Strontianpräparaten, Feuerwerkerei Anwendung finden.

11. Anhydrit.

nd selten und noch nicht genau gemessen, Spaltungsstücken, welche drei, unter 90° de, aber verschiedenwerthige Spaltungs- igen, was auf rhombische Krystallisation ist derb in körnigen und stengeligen Aggre- bicht. specifisches Gewicht = 2,9; der Glanz ist g auf den vollkommensten Spaltungs- glasartig; häufig sind lichtblaue oder röth- gen. rit besteht aus schwefelsaurer Kalkerde; er telzbar und in Säuren wenig löslich. Ein Begleiter des Steinsalzes, so im Salz- auf den würtembergischen Salzstöcken, zu Wieliczka.

12. Gips.

nlichste Form der monoklinischen Krystalle als ist Taf. 2, Fig. 49 abgebildet; sie bination von Klinopinakoid, Prisma und ipyramide; sehr häufig sind schwalben- ge Zwillinge (Fig. 50), welche nach der rthopinakoids verwachsen sind. Die Kry- beträchtlicher Größe, sind häufig ringsum der zu freien oder aufgewachsenen Gruppen großen Massen tritt körniger, in Platten s auf. ichtung des Klinopinakoids läßt sich der cht zu dünnen, biegsamen Blättchen spal- besitzt deshalb auf diesen Flächen Perl- sonst Glasglanz. Härte = 2, Gewicht = 2,3. helle oder vollkommen durchsichtige Krystalle, die derben Aggregate meist licht gefärbt. besteht aus wasserhaltiger schwefelsaurer r dem Löthrohr verliert er sein Wasser und mail; in Wasser und Säuren ist er etwas entsteht oft aus Anhydrit, da dieser leicht mmt, umgekehrt bildet sich aber auch durch der Anhydrit aus dem Gips. en, bis 2 Fuß langen Krystalle (oft ge- Friedrichsrode in Thüringen, vom Mont- aris; spätige und körnige Massen (Ala- in größern Lagern mit Steinsalz; der de Fasergips häufig zwischen den Thonen der Triasformation in Thüringen und nitunter auch als ganz neues Gebilde auf n.

Der Alabaster wird häufig zu Schmuckgegenständen verarbeitet; der gebrannte Gips dient zum Düngen der Felder, zu Stuckarbeiten und Abgüssen. Der schwarzgeaderte mansfelder Stinkgips, der auch vielfach verarbeitet wird, ist ein von bituminösen Stoffen durchdrungener Gips; daher auch der unangenehme Geruch beim Schlagen.

3. Familie. Borsaure Salze (Borate).

13. Boracit.

Die hemiedrisch-tesseralen Krystalle zeigen meist die Combination von Hexaeder, Tetraeder und Rhombendodekaeder, welche je nach dem Vorherrschen einer dieser drei Formen verschiedenen Habitus besitzen. Man kennt nur kleine, ringsum ausgebildete Krystalle, welche in Gips oder Anhydrit eingewachsen sind. Härte = 7, Gewicht = 3; die glas- bis diamantglänzenden Individuen sind meist graulichweiß gefärbt. Der Boracit besteht in der Hauptsache aus borsaurer Magnesia, er ist schwer schmelzbar und schwer in Säuren löslich. Lüneburg im Hannöverschen.

Der Staßfurtit, welcher in größern Mengen auf dem Steinsalzlager von Staßfurt in der Provinz Sachsen in derben Massen vorkommt, ist wahrscheinlich dasselbe Mineral.

Der Tinkal oder Borax findet sich in breitsäulenförmigen monoklinischen Krystallen an den Ufern mehrerer Seen in Tibet; er besteht aus wasserhaltigem zweifach borsaurem Natron, ist in Wasser löslich und findet Anwendung als Fluß- und Löthmittel, sowie bei der Bereitung feiner Gläser.

4. Familie. Salpetersaure Salze (Nitrate).

14. Salpeter.

Die rhombischen Krystalle besitzen die Form des Aragonits; in der Natur aber kommt er nur in feinen Nädelchen oder als flockiger und mehlartiger Ueberzug vor. Die sehr weiche und leichte Substanz besteht aus salpetersaurem Kali, ist in Wasser löslich, schmeckt kühlend-salzig und verpufft auf glühender Kohle.

Man findet den Salpeter meist als Ausblühung des Bodens, so in Ungarn, wo diese Efflorescenzen einen Raum von 130 Quadratmeilen bedecken. Er findet vielfache Anwendung, besonders zur Darstellung der Salpetersäure und des Schießpulvers.

Der Chilisalpeter oder Natronsalpeter (salpetersaures Natron) findet sich in großen Massen von körniger Beschaffenheit in der regenlosen Wüste Atacama an der Grenze von Chile und Peru. Er liefert das billigste Material zur Salpetersäuredarstellung, wogegen er zur Fabrikation des Schießpulvers nicht geeignet ist, da er Feuchtigkeit aus der Luft anzieht.

5. Familie. Phosphorsaure Salze (Phosphate).

15. Apatit.

Hexagonales Krystallsystem; die häufigsten Formen sind die Taf. 3, Fig. 5, 6, 10 abgebildeten Combinationen (Prisma und Basis, Prisma und Pyramide resp. Prisma, Basis und Pyramide). Dazu gesellen sich häufig noch steilere und flachere Pyramiden 1. Richtung, sowie als Abstumpfungen der Combinationsecken von Prisma und Pyramide solche 2. Richtung, ferner in der Regel halbflächig ausgebildete, dihexagonale Pyramiden und Prismen, sodaß die Krystalle oft sehr complicirt und flächenreich, die Orientirung an ihnen, besonders den kurzsäulenförmig ausgebildeten, nicht ganz leicht ist. Die Krystalle sind häufig eingewachsen oder

einzeln aufgewachsen, doch auch zu Gruppen vereinigt; die derben, körnigen bis dichten Massen nennt man Phosphorit.

Das Mineral hat muscheligen Bruch; Härte 5, Gewicht 3,2; Glasglanz, auf Bruchflächen Fettglanz; farblos und wasserhell, meist aber gefärbt; grüne Abänderungen nennt man Spargelstein, blaugrüne Moroxit.

Der Apatit besteht aus phosphorsaurer Kalkerde mit etwas Chlorcalcium oder Fluorcalcium; er schmilzt schwierig und färbt nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure die äußere Löthrohrflamme bläulichgrün (Reaction auf Phosphorsäure); er löst sich in Säuren.

Der Apatit ist ein steter Begleiter des Zinnerzes auf seinen Lagerstätten, so bei Ehrenfriedersdorf, Zinnwald und andern Orten im Erzgebirge; flächenreiche Krystalle vom St.-Gotthard, große trübe Krystalle von Snarum in Norwegen, fußlange Individuen von Hammond in Neuyork; Phosphorit kommt lagerförmig bei Dilleuburg in Nassau und bei Auberg in der Oberpfalz vor.

Der Phosphorit ist, da er dieselben Substanzen wie die Knochen enthält, ein sehr geschätztes Düngemittel.

16. Kalait (Türkis).

Ein amorphes Mineral, welches sich nur in nierenförmigen oder stalaktitischen Massen als Ueberzug auf Kieselschiefer oder in Geröllen findet; es hat Feldspathärte, ist wenig glänzend und theils schön himmelblau, theils grün gefärbt.

Er besteht aus wasserhaltiger phosphorsaurer Thonerde, ist unschmelzbar, ertheilt der Flamme eine blaugrüne Färbung und löst sich in Säuren.

Der schöne himmelblaue orientalische Türkis, der als Edelstein ziemlich hoch geschätzt wird, kommt aus der Landschaft Herat in Asien; schlechter gefärbte Kalaite von Oelsnitz im Voigtland. Vieler sogenannter Türkis ist blau gefärbtes Elfenbein.

6. Familie. Fluorverbindungen (Fluoride).

17. Flußspat.

Tesserales Krystallsystem, mit vorwiegend hexaedrischem Formentypus, trotz der vollkommen octaedrischen Spaltbarkeit. Die Mannichfaltigkeit und der Gestaltenreichthum der Krystalle ist sehr groß, da mit Ausnahme des Trialisoctaeders sämmtliche holoedrische Gestalten des Tesseralsystems allein oder in Combinationen vorkommen. Besonders häufige Combinationen Taf. 1, Fig. 13, 15, 17, 18, 19, 22. Die Flächen des Hexaeders sind meist glatt, mitunter aber durch das Auftreten sehr flacher Tetrakishexaeder entstellt; die Octaederflächen sind stets rauh oder treppenförmig gestaltet, die Folge davon, daß der octaedrische Krystall aus lauter kleinen Hexaedern aufgebaut ist. Hexaedrische Durchkreuzungszwillinge sind nicht selten. Die Krystalle sind meist zu Gruppen und Drusen vereinigt aufgewachsen; körnige, stengelige und dichte Massen (Flußstein).

Härte 4, Gewicht 3,2. Der Flußspat ist eins der am schönsten und mannichfaltigsten gefärbten Minerale; er findet sich in allen möglichen gelben, rothen, grünen, blauen, braunen und schwarzen Farben, auch doppelt gefärbte Krystalle, in welchen dann die verschiedenen Farben eine Vertheilung nach krystallographischen Gesetzen erkennen lassen, kommen häufig vor. Der Flußspat phosphorescirt sehr stark, d. h. beim Erhitzen nimmt man einen innerlichen Lichtschein wahr.

Der Flußspat, welcher aus Fluorcalcium besteht, schmilzt leicht vor dem Löthrohr und wird von Schwefelsäure vollständig zersetzt, wobei eine das Glas ätzende Säure, die Fluorwasserstoffsäure, gasförmig entweicht. Das Mineral kommt sehr häufig auf [illegible] bekannt sind die farblosen Krystalle [illegible] Harz, die weingelben von Freiberg, [illegible] Szaska im Banat, die rosenrothen [illegible] Gotthard, die fast kubikfußgroßen blau[illegible] Münsterthal in Baden, die violblau[illegible] England; als regelmäßiger Begleiter [illegible] den sächsischen Zinnerzlagerstätten, [illegible] gefärbt. Körnige und strahlige [illegible] mächtigen Gang bei Oelsnitz im [illegible] Flußstein bei Freiberg und Stolberg.

Der Flußspat wird besonders als [illegible] processen, sowie zur Entwickelung der [illegible] Glasätzen gebraucht.

18. Kryolith.

Die drei verschiedenwerthigen, [illegible] sich schneidenden Spaltungsrichtungen [illegible] bische Krystallisation; wirkliche Krystall[illegible] sondern nur derbe, spätige oder körnige [illegible] 3, Gewicht 2,9—3. Das Mineral [illegible] durchscheinend, farblos oder licht gef[illegible] aus einem Doppelsalz von Fluornatrium [illegible] aluminium, ist leicht schmelzbar [illegible] Flamme und verhält sich gegen Schwe[illegible] spat.

Der Kryolith bildet bei Ivertock in [illegible] 5—6 Fuß mächtiges Lager und ist [illegible] spat, Kupferkies und Eisenkies gemengt. [illegible] zur Darstellung von Natronlauge, [illegible] tion des Aluminiums benutzt, welches [illegible] lang zu Schmuckgegenständen vielfach [illegible]

7. Familie. Chlorverbindungen [illegible]

19. Steinsalz.

Die tesseralen Krystalle zeigen fast [illegible] nach welchem das Mineral auch vo[illegible] ist. In der Regel bildet es spätige [illegible] tener faserige Aggregate, welche letzt[illegible] Trümmern zwischen den Schichten von [illegible] salz oder Thon auftreten.

Härte 2, Gewicht 2,1; glasglänzend [illegible] sichtig und farblos, doch auch weiß, [illegible] beigemengtes Eisenoxyd) oder blau (durch [illegible] stoff) gefärbt; es schmeckt rein salzig.

Das Steinsalz besteht aus Chlornatr[illegible] in Wasser löslich und zerfließt daher [illegible] im Glaskölbchen zerknistert es beim [illegible] bildet, meist in Gesellschaft von Th[illegible] hydrit, mächtige Lager und Stöcke, [illegible] als Efflorescenz der Erdoberfläche oder [illegible] in dem Wasser mancher Seen und [illegible] dem es durch natürliches oder künstl[illegible] gewonnen werden kann.

Außer zum Würzen der Speisen [illegible] noch eine ausgebreitete Verwendung in [illegible] sonders zur Sodafabrikation, zur Sa[illegible] Darstellung der Salzsäure, als Zusatz [illegible] gischen Processen u. s. w.

Andere Chlorverbindungen, so [illegible] kalium), der Salmiak (Chlorammonium [illegible] salz in ihren äußern Eigenschaften [illegible] stallisiren ebenfalls tesseral, haben [illegible] niedriges Gewicht, und sind wie jene [illegible] löslich, jedoch kommen sie in der Na[illegible] vor, der letztere meist auf Vulkanen [illegible] den brennender Steinkohlenlager (Tu[illegible] brücken).

III. Klasse. Steine.

1. Familie. Kiesel.

20. Quarz.

wichtige und außerordentlich weit verbreitete
rystallisirt hexagonal; die häufigste Gestalt ist
nation von Prisma und Pyramide, lang- oder
förmig ausgebildet (Taf. 2, Fig. 6, 7), sel-
ie Pyramide allein (Taf. 2, Fig. 4). An
bination sind die Pyramidenflächen häufig ab-
größer und kleiner ausgebildet (Taf. 2, Fig. 21,
rystall), ja es verschwinden wol die abwech-
ächen ganz, sodaß dadurch auf rhomboedrische
hingedeutet wird. Interessante, aber nur
entwickelnde Combinationen entstehen durch
geordnete Auftreten anderer hexagonaler oder
ller Pyramiden, welche meist nur mit der
er dem Viertel ihrer Flächen ausgebildet er-
Die Pyramidenflächen sind fast stets sehr glatt
end, während die Prismenflächen meist hori-
reift sind, mit welcher Erscheinung häufig eine
ig der Krystalle nach dem Pole zu Hand in
t. Monstrositäten, hervorgebracht durch über-
Vorherrschen einer oder mehrerer Flächen
Fig. 5), und verzerrte, nach einer Richtung
te Krystalle, sind sehr häufig. — Der Quarz
nicht nur in ringsum ausgebildeten und ein-
en, sowie in einzeln oder zu Gruppen und
erbunden aufgewachsenen Krystallen, sondern
n verschiedensten Aggregationsformen, in dich-
n, in Körnern, als Gerölle und Sand, in
rphosen nach vielen Mineralien und endlich
inerungsmaterial.

amidale Spaltbarkeit ist kaum wahrnehmbar,
muschelig bis splitterig; die Härte 7, das
,6. Der Glanz ist auf Bruchflächen fettartig,
artig; das Mineral ist häufig vollkommen durch-
wasserhell, sonst aber sehr verschiedenartig

uarz ist reine Kieselsäure; vor dem Löthrohr
ar und in Säuren, mit Ausnahme der Fluß-
löslich. Es läßt sich erwarten, daß ein so
verbreitetes Mineral, wie der Quarz, nicht
n Umständen ganz dieselbe Ausbildung erlangt
es sind von den zahlreichen Varietäten be-
ie folgenden hervorzuheben:

rgkrystall; die reinste, am schönsten und
n krystallisirte Abänderung; in der Regel
, doch auch gelb (Citrin) oder rauchgrau bis
Rauchtopas oder Morion), enthält oft fremd-
nschlüsse, wie Wassertropfen (Taf. 3, Fig. 1),
ige Krystalle von Rutil, Turmalin, Blättchen
imer, Eisenglanz u. s. w. Seine Krystalle
oft eine erstaunliche Größe und ein Gewicht
der mehrern Centnern; sie finden sich dann
ßer Menge in sogenannten Krystallkellern bei-
so besonders in der Schweiz und auf Mada-
die schönsten Krystallgruppen aus den Alpen
hiné; lebhaft glänzende, ringsum ausgebil-
ällchen liefert die Marmarosch in Ungarn,
schöne wasserhelle Geschiebe.

ergkrystall wird zu allerhand Schmuckgegen-
erarbeitet.

ethyst; stengelige, in freie Krystallenden aus-
Aggregate, selten säulenförmige Krystalle, auch
Massen und in Geschieben; ausgezeichnet
e prachtvoll violblaue und pflaumenblaue Fär-
m schönsten gefärbt sind die Amethyste von
Schemnitz in Ungarn, Wolkenstein und Schlottwitz in Sachsen, sowie Oberstein an der Nahe, sind bekannte Fundorte; in neuerer Zeit liefert Brasilien große Massen.

In tief gefärbten Abänderungen ist der Amethyst ein beliebter Schmuckstein.

c) Gemeiner Quarz; kurzsäulenförmige Krystalle oder stengelige Massen mit freien Krystallenden, selten ringsum ausgebildete Pyramiden; in vielerlei Aggregaten, Körnern und losen Geschieben. Er bildet das Hauptmaterial der Sandsteine und einen Gemengtheil vieler körniger Gesteine, tritt in derben, manchmal schieferigen Massen als selbständiges Gestein auf und ist das verbreitetste Mineral auf Erzlagerstätten. Manche Abänderungen hat man mit besondern Namen belegt, so den lichtroth gefärbten Rosenquarz, den blaulichweißen Milchquarz, den lauchgrünen Prasem, den röthlichbraunen, von Glimmerschüppchen erfüllten Avanturin, den durch Eisenoxyd roth oder gelb gefärbten Eisenkiesel; ein dichter Eisenkiesel ist der durch muscheligen Bruch ausgezeichnete Jaspis. Undeutlich krystallinische Varietäten des Quarzes sind der Hornstein, der an seinem hornartig-splitterigem Bruch kenntlich ist und oft holzartige Structur besitzt und dann Holzstein genannt wird, sowie der Kieselschiefer, der in grauen bis schwarzen, oft von weißen Adern durchzogenen, dickschieferigen Massen vorkommt.

Die reinen Quarzvarietäten sind wichtig für die Fabrikation des Glases und der feuerfesten Ziegel, die Sandsteine liefern ein geschätztes Baumaterial, der Quarzsand dient zur Mörtelbereitung, zum Scheuern, Schleifen; der Kieselschiefer wird zur Unterhaltung der Chausseen und in manchen Varietäten als Probirstein benutzt u. s. w.

21. Opal.

Ein amorphes Mineral; kommt nur eingesprengt in derben Massen, seltener in traubigen oder stalaktitischen Formen von muscheligem Bruche vor. Härte $5^1/_2$, Gewicht 2,2. Der Opal ist glasglänzend, in verschiedenen Graden durchsichtig, mitunter farblos, doch meist gefärbt; er besitzt in einigen Abänderungen schönes Farbenspiel.

Er besteht aus wasserhaltiger Kieselsäure mit wechselndem Wassergehalt; sein chemisches Verhalten unterscheidet sich von dem des Quarzes nur darin, daß er von heißer Kalilauge aufgelöst wird, was bei jenem nicht der Fall ist. Der Opal ist jedenfalls, wie die künstliche amorphe Kieselsäure, aus der Zersetzung von Silicaten hervorgegangen und es erinnert auch sein ganzer Habitus lebhaft an einen ursprünglich gallertartigen Zustand.

Als besondere Varietäten sind anzuführen:

Hyalith, in wasserhellen traubigen Krusten und Tropfen auf dem Anamesit von Steinheim bei Frankfurt.

Edler Opal mit ausgezeichnet schönem Farbenspiel in den Trachyten von Eperies in Ungarn.

Feueropal von feuerrother Farbe. Zimapan in Mexico.

Gemeiner Opal und Halbopal, letzterer mit oft holzartiger Structur und dann Holzopal genannt (Schaiba in Ungarn), besitzen kein Farbenspiel.

Menilit in braunen Knollen von Menilmontant bei Paris.

Der edle Opal, der nur selten in größern Stücken vorkommt, ist ein sehr geschätzter Schmuckstein, ähnlich der Feueropal.

Gewisse, auch aus Kieselsäure bestehende Mineralkörper, bilden ihrem chemischen Verhalten nach, indem sie partiell in Kalilauge auflösbar sind, gewissermaßen den Uebergang zwischen Quarz und Opal. Dahin gehören:

1) der Chalcedon, der theils in Pseudomorphosen, hauptsächlich aber in nierenförmigen, stalaktitischen oder plattigen Massen und in Geröllen vorkommt, flachmuscheligen und etwas splitterigen Bruch und sehr verschiedene Färbungen besitzt. Besondere Namen führen der gelbrothe Carneol, das dunkelgrüne Plasma, der grüne von rothen Adern durchzogene Heliotrop, der apfelgrüne Chrysopras, der schwarz und weißgestreifte Onyx (Taf. 4, Fig. 5), der durch dendritische Zeichnungen charakterisirte Mokkastein (Taf. 4, Fig. 4). Alle diese Varietäten werden zu Ring- und Nadelsteinen und andern Schmuckgegenständen vielfach bearbeitet.

2) der Feuerstein; Knollen mit flachmuscheligem Bruch und schwarzen oder grauen Farben, die besonders in der weißen Kreide sich massenhaft vorfinden. Wurde früher zu Flintenschlössern und Schlagfeuerzeugen verarbeitet.

Die Achate endlich sind Gemenge verschiedener Quarzvarietäten, besonders von Amethyst, Chalcedon und Jaspis, welche meist streifenweis angeordnet sind, und durch ihre verschiedene Structur, Färbung und Durchsichtigkeit die feinsten und zierlichsten Zeichnungen hervortreten lassen (Taf. 4, Fig. 1—3). Besonders häufig kommen sie in kugelförmigen Secretionen in manchen Gesteinen vor und werden zu vielerlei Schmuckgegenständen und Geräthschaften verschliffen. Hauptfundorte sind Oberstein an der Nahe und in neuerer Zeit Brasilien.

2. Familie. Feldspatartige Mineralien.

Die Mineralien, welche diese Familie umfaßt, besitzen sämmtlich den gleichen Härtegrad 6 und nahezu gleiches specifisches Gewicht = 2,5 — 3,0, und sehr analoge chemische Zusammensetzung, indem sie aus kieselsaurer Thonerde, verbunden mit einem kieselsauren Alkali oder einer kieselsauren alkalischen Erde, bestehen. Ein großer Theil von ihnen ist als Bestandtheil der körnigen und porphyritischen Gesteine von großem geologischen Interesse und erlangt deshalb auch, insofern diese Gesteine als Baumaterial benutzt werden, technische Wichtigkeit.

Die eigentlichen Feldspate lassen sich trotz ihrer mannichfaltigen morphologischen Beschaffenheit und ihrer vielfältigen chemischen Gliederung auf drei Normalspecies zurückführen, welche man nach der Natur ihrer basischen Bestandtheile als Kalifeldspat, Natronfeldspat und Kalkfeldspat bezeichnen kann, alle übrigen können krystallographisch und chemisch als Mischungen aus zwei dieser Grundspecies angesehen werden. Sie besitzen alle zwei deutliche Spaltungsrichtungen, welche sich unter Winkeln von 90° oder nahezu 90° schneiden. Dies bedingt ihre krystallographische Zusammengehörigkeit.

22. Kalifeldspat.

Er krystallisirt monoklinisch; die zwei Spaltungsrichtungen, welche die Krystallisationsreihe beherrschen, entsprechen der basischen Endfläche und dem Klinopinakoid, sie schneiden sich folglich unter 90°; die erstere ist die vollkommenste. Zu diesen beiden Flächenpaaren gesellen sich dann noch das Prisma und ein hinteres Hemidoma (Taf. 2, Fig. 51), oft auch das Klinodoma (Taf. 2, Fig. 46) oder hintere Hemipyramiden. Der Habitus der Krystalle ist prismatisch oder rectangulärsäulenförmig; in den reinsten Abänderungen, wo das Klinopinakoid häufig nur klein ausgebildet ist, auch dicktafelartig. Die Krystalle sind oft in vollkommen paralleler Stellung aneinander gereiht, und bilden dann zahnförmige Gruppen; viel frequenter [illegible] Zwillinge auf, denen verschiedene Gesetze [illegible] liegen, am häufigsten ist das sog. Karlsbader [illegible] (Drehungsachse die Hauptachse, Taf. 2, Fig. [illegible]). Krystalle sind meist ringsum ausgebildet [illegible] wachsen, seltener zu Gruppen vereinigt [illegible] außerdem individualisirte (spätige) [illegible] und dichte Aggregate.

Die Krystalle sind äußerlich oft [illegible] glänzend, auf frischen Bruchflächen [illegible] auf den basischen Spaltungsflächen [illegible] sie sind mehr oder weniger durchsichtig, [illegible] oder licht (meist röthlichweiß, seltener [illegible]). Die reinste Varietät des Kalifeldspats [illegible] wie er wegen seiner rechtwinkeligen Spaltung [illegible] nannt wird, ist der Adular, welches [illegible] stallisirten, lebhaft glänzenden und oft [illegible] Gruppen und Drusen besonders auf Granit [illegible] pinen Granite und Gneise findet.

Der gemeine Feldspat oder Pegmatolith [illegible] schon weniger rein, indem immer ein [illegible] Kalis durch Natron vertreten ist. Er ist [illegible] zend und meist gefärbt, einige Varietäten [illegible] zeigen hübsches Farbenspiel. Ringsum [illegible] Krystalle sind sehr häufig, seltener Gruppen [illegible] verbreitet ist er als Gemengtheil der Granite, Gneise und anderer krystallinischer Gesteine, [illegible] besonders durch seine glatten, glänzenden [illegible] flächen leicht kenntlich ist. Spätige [illegible] welche von Quarzstengeln regelmäßig durchzogen [illegible] nennt man Schriftgranit (Taf. 3, Fig. [illegible]).

Feinkörniger bis dichter Feldstein bildet [illegible] masse vieler Porphyre.

Eine noch natronreichere, aber auch [illegible] spatvarietät ist Sanidin (glasiger Feldspat [illegible] breittafelartig oder rectangulärsäulförmig [illegible] oder in individualisirten Körnern von [illegible] siger Beschaffenheit einen Gemengtheil [illegible] steine, besonders der Trachyte und Porphyre.

23. Natronfeldspat (Albit, Pe[illegible])

Die beiden Spaltungsrichtungen schneiden [illegible] unter rechten, sondern unter schiefen Winkeln. [illegible] neral krystallisirt folglich triklinisch, jedoch [illegible] noklinem Habitus, wie denn die Krystalle [illegible] denen des Adulars und Pegmatoliths [illegible] sind. Besonders häufig sind Zwillingsbildungen [illegible] Taf. 2, Fig. 59 abgebildeten Form, [illegible] sind derart aneinander gewachsen, daß die [illegible] basischen Endflächen sehr flache einspringende [illegible] bilden. Diese Zwillingsbildung wiederholt [illegible] ders bei spätigen Massen stets in der Weise, [illegible] große Zahl papierdünner Lamellen [illegible] sind, sodaß man die Zwillingsverwachsung [illegible] einer sehr feinen Streifung der scheinbar [illegible] Spaltungsfläche nachweisen kann, eine Erscheinung [illegible] das wesentlichste Hülfsmittel zur Unterscheidung [illegible] gioklostischen oder triklinen Feldspate [illegible] klastischen, soweit sie als Gesteinsgemengtheile [illegible] treten, abgibt. Es ist um so wichtiger, [illegible] physikalischen Eigenschaften der Natronfeldspate [illegible] denen der Kalifeldspate identisch sind, [illegible] die schwierige Schmelzbarkeit sowie die [illegible] Säuren mit jenen gemein.

Die reinen Natronfeldspate finden [illegible] Drusenräumen auskrystallisirt, die Krystalle [illegible] vollständig ausgebildet und zu losen Gruppen [illegible] interessant ist das Vorkommen wasserhellen [illegible] auf Pegmatolithindividuen, wobei die [illegible] Hauptachsen parallel stehen.

Schöne Krystalle von Hirschberg in Schlesien, m St.-Gotthard und aus dem Zillerthal in Tirol. Wie sich der Albit zum Anular verhält, so der Oligoklas zum Orthoklas. Es ist ein Natronfeldspat, welchem wechselnde Mengen von Natron durch Kali, sp. Kalk vertreten sind. Er findet sich selten in kleinen Krystallen (Bodenmais in Baiern), aber sehr häufig in spätigen Partien und leistenförmigen oder felartigen Individuen, immer an der Zwillingsstreifung kenntlich, als Gemengtheil krystallinischer Gesteine, so weler Granite und Gneise, des Diorits u. s. w.

An den Oligoklas schließt sich der Labradorit an, vorwaltend ein Kalkfeldspat, in welchem ein Theil der Kalkerde durch Natron vertreten ist. Krystalle sind sehr selten und undeutlich; die beiden fast gleich vollkommenen Spaltungsrichtungen, von denen die erste meist Zwillingsstreifung zeigt, schneiden sich unter schiefen Winkeln. Ausgezeichnet sind die spätigen Gerölle von der Küste Labrador durch die prachtvolle Farbeboandlung auf den brachydiagonalen Spaltungsflächen, welche durch eingestreute mikroskopische Krystalle hervorgebracht wird (Taf. 3, Fig. 2).

Der Labradorit schmilzt noch etwas leichter als Oligoklas und wird von Säuren angegriffen, wie denn überhaupt die Schmelzbarkeit der Feldspate mit deren Kalkgehalt zunimmt. Er bildet einen Bestandtheil mancher Gesteine, so des Hyperstheuits, des Gabbros, des Dolerits u. s. w., von denen die erstern besonders frequent im Gebiet der sächsischen Granulitformation bei Penig und Roßwein auftreten.

24. Kalkfeldspat.

Der reine Kalkfeldspat oder Anorthit kommt in kleinen oft recht verwickelten, albitähnlichen Krystallen von prismatischem Habitus vor. Die beiden Spaltungsrichtungen schneiden sich unter schiefen Winkeln. Er ist ziemlich schwer schmelzbar und wird von Säuren vollkommen zersetzt. Ein seltenes Mineral; Krystalle in den Auswürflingen des Vesuvs, körnige Partien im Kugeldiorit von Corsica.

25. Leucit.

Das Mineral krystallisirt tesseral und kommt nur in ringsum ausgebildeten, seltener zu kugeligen Gruppen vereinigten deltoiden Ikositetraedern vor. Es besitzt Glasglanz, der muschelige Bruch Fettglanz, geringe Durchsichtigkeit und lichtgraue Farbe.

Chemisch kommt es dem Kalifeldspat sehr nahe, nur ist es etwas säurearmer und kalireicher, manche, besonders zersetzte Varietäten, enthalten auch einige Procent Natron. Der Leucit ist unschmelzbar, in Säuren unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure zersetzbar.

Große Krystalle von der Rocca Monfina bei Rom; sehr verbreitet in den Laven des Vesuvs und des Laacher Sees; zersetzte Krystalle von Oberwiesenthal in Sachsen und vom Kaiserstuhl in Baden.

26. Nephelin (Eläolith).

Hexagonale Säulen mit pyramidaler und basischer Endung (Taf. 2, Fig. 10), meist kleine durchsichtige, glasglänzende, farblose oder licht gefärbte, einzeln aufgewachsene Krystalle (Nephelin), oder derbe, individualisirte oder körnige, fettglänzende braune, rothe oder grüne Massen (Eläolith). Die Spaltbarkeit ist unvollkommen, der Bruch muschelig bis eben. Es ist vorherrschend ein Thonerde-Natronsilikat, in welchem einige Procent Kali. Der eigentliche Nephelin ist schwer, der Eläolith dagegen ziemlich leicht schmelzbar, beide werden von Säuren unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure zersetzt.

Der Nephelin findet sich in aufgewachsenen Krystallen am Vesuv, in eingewachsenen als Gemengtheil des Nephelindolerits vom Katzenbuckel im Odenwald und vom Löbauer Berg in Sachsen; der Eläolith als Bestandtheil syenitartiger Gesteine von Frederiksvärn in Norwegen und Miask am Ural.

27. Skapolith (Wernerit).

Krystallisirt tetragonal, besonders in der Taf. 1, Fig. 54 abgebildeten Combination von Pyramide und Deuteroprisma, doch sind die Krystalle meist mehr säulenförmig ausgebildet. Oft treten auch noch andere Formen, das Protoprisma, eine Deuteropyramide u. s. w. hinzu. Eingewachsene oder aufgewachsene Krystalle, derbe, körnige Massen. Nach den Flächen des Deuteroprisma ist das Mineral deutlich spaltbar, der Glanz ist glas- oder fettartig, doch nie sehr lebhaft, ebenso sind die verschiedenen grauen, grünen und rothen Farben meist trüb und schmutzig. Der Skapolith ist vielfachen Umbildungen unterworfen, die chemische Zusammensetzung daher sehr schwankend, doch stimmt sie in der Hauptsache mit der der Kalkfeldspate überein. Vor dem Löthrohr leicht schmelzbar, in Säuren zersetzbar.

Kommt besonders auf norwegischen, schwedischen und finländischen Kalk- und Magneteisenerzlagerstätten vor.

An die feldspatartigen Mineralien sind wegen der Aehnlichkeit ihrer chemischen Zusammensetzung noch einige andere Körper anzureihen, deren völlig amorphe, glasartige Beschaffenheit erkennen läßt, daß sie sehr rasch aus dem geschmolzenen in den starren Zustand übergegangen sind. Diese natürlichen Gläser finden sich nach Art der Gesteine in Stöcken und Gängen, (Perlstein und Pechstein) oder in Form von Strömen sowie als Auswürflinge (Obsidian und Bimsstein, der letztere eine poröse, schwammige oder schaumige Abart des ersteren).

Anhangsweise sind endlich noch die technisch wichtigen Thone zu erwähnen, ebenfalls amorphe, aber erdige Mineralmassen, welche meist aus der Zersetzung von Feldspaten hervorgegangen sind und deshalb stets einen größern oder geringern Wassergehalt besitzen.

Die reinste Abänderung ist der Kaolin (Porzellanerde), ein feinerdiges, leicht zerreibliches, weißes Mineral, welches häufig in Pseudomorphosen nach Orthoklas, Leucit und andern Mineralien vorkommt. Er fühlt sich mager an, ist aber angefeuchtet ausgezeichnet plastisch und besteht aus wasserhaltiger kieselsaurer Thonerde. Vor dem Löthrohr ist er unschmelzbar.

In größern Massen findet er sich zu Aue bei Schneeberg, in der Gegend von Meißen in Sachsen, bei Limoges in Frankreich u. s. w., an welchen Orten er überall behufs seiner Verwendung in der Porzellanmanufactur gegraben wird.

An diesen schließen sich die eigentlichen Thone, welche sämmtlich als durch kohlensauren Kalk, Eisenoxyd, Quarzsand oder Gesteintrümmer mehr oder weniger verunreinigter Kaolin zu betrachten sind. Sie sind häufig fettig anzufühlen und sehr plastisch und deshalb zur Fabrikation aller möglichen Steingut- und Thonwaaren verwendbar; die reinsten und deshalb schwerstschmelzbaren werden zur Darstellung feuerfester Ziegeln und Gefäße benutzt.

3. Familie. Zeolithe.

Unter dem Namen Zeolithe begreift man eine Gruppe meist sehr schön krystallisirter Mineralien, welche in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften, besonders aber in der Art ihres Vorkommens und ihrer Entstehung große Uebereinstimmung zeigen.

Sie sind sämmtlich sehr leicht (Gewicht unter 2,4), schmelzen sehr leicht unter Aufschäumen zu einer klaren Perle und bestehen zum größten Theil aus wasserhaltigen Doppelsilicaten der Thonerde und der Kalkerde oder eines Alkalis, sodaß man sie recht wohl als gewässerte Feldspate betrachten kann. In Säuren sind sie unter Abscheidung einer Kieselsäuregallert zersetzbar. Man findet sie nur aufgewachsen in Drusenräumen oder Mandelräumen gewisser Gesteine, besonders der Basalte, Phonolithe, Melaphyre, älterer oder jüngerer Laven, selten auf Gängen in ältern Gebirgsformationen. Beides, chemische Zusammensetzung und Vorkommen, lassen es als unzweifelhaft erscheinen, daß die Zeolithe als secundäre Gebilde, hervorgegangen aus der Zersetzung der Muttergesteine, anzusehen sind, und daß besonders die feldspatigen Gemengtheile der letztern es waren, welche das Hauptmaterial zu ihrer Bildung hergegeben haben. Nur einige der häufigsten können als Beispiele hier angeführt werden.

28. Natrolith. Mesotyp.

In rhombischen säulenförmigen, Krystallen (Taf. 2, Fig. 30), meist nur in nadel- und haarförmigen, zu Büscheln verbundenen Individuen, oder feinfaserigen, nierenförmigen Aggregaten; glasglänzend, meist weiß, selten ockergelb oder roth gefärbt.

Schöne Krystalle aus der Auvergne und von Island; sehr häufig in der Gegend von Außig in Böhmen und vom Höhgau am Bodensee.

29. Chabasit.

Rhomboedrische Krystalle, die Krystallflächen oft federartig gestreift; häufig Durchkreuzungszwillinge; die Krystalle meist zu Gruppen vereinigt

Das böhmische Mittelgebirge, die Faröeriuseln, das Fassathal in Tirol sind bekannte Fundorte.

30. Analzim.

Tesseral; am häufigsten in Ikositetraedern oder in der Combination von Würfel und Ikositetraeder; die Krystalle sind oft sehr groß, auch körnige Massen. Wasserhell, manchmal fleischroth gefärbt.

Das Fassathal liefert die größten, fleischrothen Krystalle, schöne wasserhelle von den Liparischen Inseln.

31. Desmin.

Rhombische, rectangulär säulenförmige Krystalle mit pyramidaler Endung: sie sind oft breitsäulenförmig und fächerförmig gruppirt, häufig auch in der Mitte eingeschnürt, nach den Enden zu auseinanderlaufend (garbenförmig). Auf den brachydiagonalen Spaltungsflächen Perlmutterglanz, sonst Glasglanz.

Das Fassathal, die Faröerinseln, besonders aber Island liefern schöne Exemplare.

32. Heulandit.

Krystallisirt monoklinisch in der Combination von Fig. 45 auf Taf. 2. Die klinodiagonalen Spaltungsflächen besitzen starken Perlmutterglanz.

Farblose Krystalle von den Faröern, ziegelroth gefärbte aus dem Fassathal.

33. Harmotom.

Er krystallisirt ganz ähnlich wie Desmin, hat aber meist gestreifte Pyramidenflächen und besitzt keine Spaltbarkeit, folglich auch keinen Perlmutterglanz. Er kommt am häufigsten in Durchkreuzungszwillingen vor (Zwillingsachse die Hauptachse) und wird daher auch Kreuzstein genannt. Er enthält Baryterde und besitzt deshalb ein ausnahmsweise höheres Gewicht von 2,5.

Besonders schön auf den Erzgängen von [illegible] berg am Harz, und in den Melaphyren von [illegible]

Zu den Zeolithen ist auch noch, trotz [illegible] abweichenden Constitution, zu rechnen:

34. Apophyllit.

Er krystallisirt meist in spitzen tetragonalen [illegible] den, oft combinirt mit dem Deuteroprisma [illegible] Basis, seltener, aber besonders groß [illegible] prismatische Krystalle (Poonah in Indien). [illegible] Krystallen findet sich das Mineral auch in [illegible] Aggregaten. Die vollkommene basische Spaltung besitzt Perlmutterglanz, sonst Glasglanz; [illegible] licht rosenroth gefärbt.

Der Apophyllit enthält kein Thonerdesilicat, [illegible] blos kieselsaure Kalkerde, kieselsaures Kali und [illegible] verhält sich aber sonst wie ein Zeolith. [illegible] obengenannten Orte auch von den Faröern, [illegible] und den Erzgängen von Andreasberg (hier [illegible] rothe Abänderung).

4. Familie. Glimmer.

Das Hauptkennzeichen der dieser Familie [illegible] Mineralien ist die vollkommene basische Spaltbarkeit, infolge dessen der Perlmutterglanz auf den [illegible] und die blätterige Structur der Krystalle [illegible] aggregate (Taf. 3, Fig. 8). Glatte seitliche [illegible] zungsflächen gehören daher bei den meist [illegible] Individuen zu den größten Seltenheiten, [illegible] deshalb für diese Mineralien, da scharfe [illegible] unausführbar sind, die Untersuchung im [illegible] Lichte unerläßlich und auch am frühesten [illegible] dung gebracht worden. Auf diesem Wege [illegible] wenigstens im Stande gewesen, die Kr[illegible] denen die verschiedenen Körper angehören, [illegible] Die Glimmer sind Doppelverbindungen von [illegible] oder basischem kieselsaurem Kali (resp. [illegible] Magnesia, mit basisch kieselsaurer Thonerde [illegible] oft ein Theil der Thonerde durch Eisenoxyd [illegible] ist. Nicht selten sind kleine Wassergehalte [illegible] großen Zahl glimmerartigen Mineralien [illegible] die folgenden, als besonders häufig vorkommend [illegible] wähnt werden.

35. Kaliglimmer (zweiachsiger [illegible]

Der Umstand, daß das Mineral optisch [illegible] ist, also zwei Richtungen besitzt, in denen es [illegible] einfach bricht, weist auf das rhombische Kr[illegible] hin; die sechsseitigen Tafeln sind als Co[illegible] von Basis, Prisma und Brachypinakoid [illegible] Die basischen Endflächen sind oft gestreift; [illegible] kammförmig oder parallelschuppig aufgewachsen, [illegible] häufigsten gerad- und krummschalige, flaserige [illegible] worren schuppige Aggregate oder einzelne [illegible] Blättchen. In dünnen Lamellen elastisch biegsam [illegible] tallartiger Perlmutterglanz und oft silberweiß [illegible] häufig auch gelbliche und grüne Färbungen. [illegible] gefähr 2, Gewicht = 2,8.

Die chemische Zusammensetzung ist sehr [illegible] in der Hauptsache sind diese Glimmer als basische [illegible] erde-Kalisilicate zu betrachten, welche Natron [illegible] durch das Auftreten kleiner Mengen von [illegible] Natron, Eisenoxyd, Fluor und Wasser [illegible] werden kann. Sie sind meist schwierig schmelzbar [illegible] werden von Säuren nicht angegriffen.

Der Kaliglimmer bildet einen Hauptgemengtheil [illegible] Glimmerschiefers, vieler Granite, Gneise und [illegible] steine; in sehr großen Tafeln kommt er [illegible] birien vor, wo man ihn an Stelle des Glases [illegible] scheiben benutzt.

thionglimmer ist eine durch einen Fluor-
ngehalt, oft auch durch pfirsichblütenrothe
ie durch leichte Schmelzbarkeit charakterisirte
es Kaliglimmers.
nd Zinnwald in Sachsen, Rozena in Mähren.

36. Magnesiaglimmer.

fsche Einachsigkeit verweist auf hexagonale Kry-
die seltenen Krystalle lassen rhomboëdrische
kennen. Die Art des Auftretens ist dieselbe
Kaliglimmer, von welchem sich der Magnesia-
physikalischer Beziehung durch die sehr dunkle,
arze Färbung unterscheidet. Er ist in der
ein Thonerde-Magnesiasilicat, doch fehlen
Eisenoxydul neben der Magnesia, Eisenoxyd
Thonerde nie; häufig treten auch Titansäure
er der Mischung bei, also wieder eine sehr
chemische Constitution. Von Schwefelsäure wird
ral zersetzt. Sehr häufig als Gemengtheil
nen, von den ältesten Gneisen und Graniten
n jüngsten Basalten und Laven; leidliche
finden sich besonders in diesen letztern.

37. Chlorit.

ragonalen Krystalle sind tafelförmig, oft zu
en Gruppen verbunden; meist kommt aber
ral, ähnlich wie die Glimmer, in blätterigen,
schuppigen Aggregaten, in Flasern oder ein-
sprengten Blättchen vor.
olorit ist in dünnen Lamellen gemein, nicht
iegsam, besitzt Durchscheinenheit und lichte
le grüne Farbe, grünen Strich, äußerst ge-
cte und das Gewicht 2,8. Er ist ein sehr
wasserhaltiges Silicat von Thonerde, Mag-
Eisenoxydul, vor dem Löthrohr schwer schmelz-
wird von Schwefelsäure zersetzt.
mt als selbständiges schieferiges oder körnig-
Gestein (meist Magneteisen enthaltend) be-
äufig in den Alpen vor.

5. Familie. Amphibole.

38. Epidot.

onoklinischen Krystalle sind horizontal säulen-
ssgebildet, sodaß Basis, Orthopinakoid und
en groß ausgedehnt sind; die seitliche Be-
bilden prismatische, hemipyramidale und
tische Flächen, meist in großer Anzahl. Auf-
e und zu Gruppen vereinigte Krystalle, auch
strahlige und körnige Aggregate.
ast gleich vollkommene Spaltungsrichtungen
sich unter schiefen Winkeln; sie entsprechen
chen und orthodiagonalen Flächenpaar, der
muschelig und splitterig. Härte $5^1/_2$, Gewicht
herrschend sind intensive grüne Farben, seltener
braune. Die chemische Zusammensetzung des
st wie die aller amphibolartigen Minerale und
der meisten Silikate, äußerst schwankend; im
en ist er ein Thonerde-Kalkerde-Silicat, in
ie Thonerde theilweise durch Eisenoxyd, einige
der Kalkerde durch Eisenoxydul vertreten wer-
s ist wenigstens die Constitution des Pista-
r Eisenepidots, der am weitesten verbreiteten
(Krystalle von Arendal in Norwegen, Bourg-
in der Dauphiné, krystallinische Massen von
nberg im Erzgebirge), während beim roth-
Manganepidot von St.-Marcel in Piemont
xyd an die Stelle des Eisenoxyds tritt.

39. Amphibol (Hornblende).

onoklinischen Krystallform liegt ein stumpfes
zu Grunde, welches am häufigsten mit dem Klinopinakoid, der Basis und der positiven Hemipyramide, oder mit Orthopinakoid, Basis und Klinodoma (Taf. 2, Fig. 43) combinirt auftritt. Zwillinge der ersten Combination mit dem Orthopinakoid als Zwillingsebene sind sehr häufig, einspringende Winkel fehlen, aber der eine Pol zeigt dann vier pyramidale, der andere zwei basische Flächen. Die Krystalle sind stets säulenförmig, oft ringsum ausgebildet und eingewachsen, seltener aufgewachsen, häufig stengelige und strahlige, verworrene Aggregate oder kleine eingesprengte Individuen.

Sehr charakteristisch ist die vollkommene prismatische Spaltbarkeit; Härte $5^1/_2$, Gewicht = 3. Vorherrschend sind grüne und schwarze Farben, mit geringer Durchscheinenheit gepaart, seltener sind mehr durchsichtige, lichter gefärbte Individuen. In chemischer Beziehung sind zwei Varietätengruppen zu unterscheiden, erstlich die thonerdefreien Amphibole, von denen der weiß oder lichtgrün gefärbte Grammatit als Magnesia-Kalkerde-Silicat zu betrachten ist, während der lauchgrüne Strahlstein noch Eisenoxydul enthält. Diese beiden Varietäten kommen in langsäulenförmigen Krystallen ohne Endflächen vor, welche meist zu stengeligen Aggregaten verbunden sind, ersterer in Dolomit, letzterer in Talk- und Chloritschiefer eingewachsen. Zweitens die thonerdehaltigen Amphibole, welche außer Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul auch noch Eisenoxyd, Kali und Natron enthalten. Von diesen kommt die dunkelgrüne gemeine Hornblende in aufgewachsenen Krystallen, besonders aber eingesprengt als Gemengtheil vieler Gesteine, so der Syenite, Diorite und mancher Trachyte vor, während die schwarze basaltische Hornblende in rundum ausgebildeten Krystallen in basaltische Gesteine eingestreut vorkommt.

40. Augit (Pyroxen).

Die monoklinen Krystalle sind vorherrschend von einer Säule, deren Kantenwinkel nahezu 90° betragen und von den beiden verticalen Flächenpaaren gebildet; als polare Begrenzungselemente treten besonders häufig die Flächen der positiven Hemipyramide (Taf. 2, Fig. 44), des positiven Hemidomas sowie noch anderer hemipyramidaler Gestalten auf. Die Krystalle sind meist achtseitig oder rectangulär säulenförmig ausgebildet, ringsum entwickelt eingewachsen, seltener aufgewachsen; stengelige und körnige Aggregate sind nicht selten; recht frequent sind Zwillingsbildungen nach demselben Gesetz, wie beim Amphibol, die dann stark einspringende Winkel zeigen.

Die unvollkommene prismatische Spaltbarkeit läßt den Augit leicht vom Amphibol unterscheiden, was von Werth ist, da beide Mineralien, die sonst sehr ähnliche physikalische Kennzeichen besitzen, so sehr häufig als Gesteinsgemengtheile vorkommen. Härte und Gewicht, auch die Farbe ist dieselbe wie beim Amphibol; durchsichtige wasserhelle oder lichtgrün gefärbte Varietäten sind selten.

Die Augite bestehen aus kieselsaurer Kalkerde, verbunden mit kieselsaurer Magnesia oder Eisenoxydul, oder beiden zusammen, und auch hier hat man thonerdefreie von thonerdehaltigen Arten zu trennen. Vor dem Löthrohr sind die Augite, wie die Amphibole, schmelzbar, von Säuren werden sie nur unvollständig zerlegt. Als Varietäten sind namhaft zu machen: der blaßgrüne Diopsid, in meist breitstengeligen Individuen (fast eisenfrei) von Schwarzenstein in Tirol; der lauchgrüne Pyrgom, in prismatischen, scharfkantigen Krystallen vom Fassathal und Traversella in Piemont; der schwarze körnige Augit oder Kokkolith, in eckigkörnigen Massen von Arendal, und der gemeine Augit, der theils

eingesprengt in manchen Gesteinen als wesentlicher Gemengtheil vorkommt, theils, wie die basaltische Hornblende, in ringsum ausgebildeten Krystallen in Basalte und Laven eingestreut ist.

Die eisenreichen Abänderungen des Augits werden ebenso wie die entsprechenden Varietäten des Epidots und Amphibols, wenn sie in größerer Menge vorkommen, als Zuschlag beim Eisenschmelzen gebraucht.

Asbest und Amianth bilden seinfaserige oder haarförmige, oft verfilzte Massen, welche ihrer chemischen Constitution nach theils zur Hornblende, theils zum Augit zu rechnen sind. Sie können, mit Flachs gemischt, verspponnen werden, und dienen zur Anfertigung der sog. unverbrennlichen Zeuge.

Der Hypersthen ist ein augitähnliches, aber wahrscheinlich rhombisches Mineral, welches sich besonders durch den metallisirend-perlmutterartigen Glanz auf der einen vollkommenen Spaltungsfläche auszeichnet. Es bildet mit Labradorit den Hypersthenfels, ein nicht seltenes Gestein. Der schöngefärbte Smaragdit, der mit rothem Granat den Eklogit, eine der prächtigsten Felsarten zusammensetzt, ist wahrscheinlich als ein Gemeng von Augit und Hornblende anzusehen.

41. Talk.

Sehr selten kommen sechsseitige Täfelchen vor, meist tritt das Mineral nur in derben, krummschaligen oder schuppigen und schieferigen bis fast dichten Massen auf. Es ist nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, in dünnen Blättchen biegsam, fettig anzufühlen, äußerst weich und besitzt das specifische Gewicht 2,7. Der Talk ist perlmutter- bis fettglänzend und lichtgrün gefärbt. Er ist ein wasserhaltiges Magnesiasilicat, welches meist einige Procente Eisenoxydul enthält. Vor dem Löthrohr blättert er sich auf, ist aber äußerst schwierig schmelzbar; von Säuren wird er nicht angegriffen.

Die Talkschiefer sind besonders in den Tiroler und Schweizer Alpen sehr verbreitet.

Der Steatit oder Speckstein ist eine dichte, in nierenförmigen oder knolligen Massen, sowie in Pseudomorphosen nach Quarz, Dolomit, Orthoklas und andern Mineralien auftretende Modification des Talks, mit dem er in physikalischer und chemischer Beziehung vollkommen übereinstimmt.

Er findet sich u. a. zu Göpfersgrün im Fichtelgebirge.

Der Talk, besonders aber der Speckstein, werden zu Maschinenschmieren und Schminken, der letztere aber auch zu allerlei gedrehten und geschnittenen Geräthschaften verarbeitet.

42. Serpentin.

Ein amorphes Mineral, welches nur in derben Massen oder auch in Pseudomorphosen, besonders nach Olivin, vorkommt. Der Serpentin besitzt glattmuscheligen Bruch, die Härte $3^1/_2$, das Gewicht 2,6, ist matt und fast undurchsichtig und zeigt schwefelgelbe (edler Serpentin) meist aber düstere grüne, braune und rothe Farben, oft auch verschieden geaderte und gefleckte Farbenzeichnungen.

In chemischer Beziehung steht er dem Talk sehr nahe, doch unterscheidet er sich von ihm durch einen viel höhern Wassergehalt; die schwierige Schmelzbarkeit hat er mit jenem gemein, dagegen wird sein Pulver von Säuren vollständig zersetzt.

Der Serpentin findet sich in mächtigen Stöcken zu Waldheim und Zöblitz in Sachsen, wo er zu allerlei Geräthschaften und Ornamenten verarbeitet wird.

6. Familie. Edelsteine.

Die Mineralien, welche in dieser Familie vereinigt sind, zeichnen sich insgesammt durch [illegible] haften Glanz, Durchsichtigkeit und [illegible] aus, Eigenschaften, welche, in Verbindung [illegible] lativen Seltenheit ihres Vorkommens, [illegible] und ihre Verwendbarkeit zu Schmuck[illegible] klären. Es ist jedoch zu beachten, [illegible] nicht in allen ihren Varietäten jene [illegible] gleich hohem Grade besitzen, daß [illegible] eine oder wenige Abarten als wirklich [illegible] schätzt und angewendet werden.

43. Chrysolith (Olivin).

Der Chrysolith krystallisirt in rhombischen von prismatischem Habitus, welche [illegible] Vorherrschen des makrodiagonalen Flächenpaares tafelförmig erscheinen. Am häufigsten [illegible] eingewachsenen Körnern oder körnigen [illegible] in losen Geröllen. Er hat muscheligen [illegible] das Gewicht 3,4, zeigt Glasglanz, [illegible] mehr dunkelgrüne, in verwittertem Zustande gelbe und braune Farben und ist [illegible] Er besteht aus einem Silicat von Magnesia und Eisenoxydul, ist nur in den eisenreichen Varietäten bar und wird von Schwefelsäure mit [illegible]

Der schön grüne und durchsichtige Chrysolith sich in losen Krystallen und Geschieben [illegible] Oberägypten, während der minder schöne [illegible] in eingesprengten Körnern in allen Eruptivgesteinen.

44. Idokras (Vesuvian).

Den tetragonalen Krystallen liegt [illegible] von Prisma und Pyramide zu Grunde. Gestalten sich aber in der Regel [illegible] prisma, die Basis, verschiedene Pyramiden zweiter Richtung sowie mannichfache [illegible] men gesellen, wie denn die Zahl der [illegible] fachen Gestalten und der Combinationen [illegible] bei irgendeinem andern tetragonalen [illegible] prismatisch, seltener pyramidal ausgebildet sind am häufigsten aufgewachsen, auch [illegible] lig aggregirte Massen nicht selten.

Der Idokras hat Quarzhärte, das [illegible] zum Theil fettartigen Glasglanz und [illegible] grüne und braune, seltener gelbe Farben.

Er besteht aus kieselsaurer Kalkerde [illegible] Thonerde, meist mit etwas Magnesia, [illegible] Eisenoxyd und etwas Wasser, er schmilzt [illegible] Aufschäumen und wird von Säuren [illegible]

Schöne Varietäten vom Vesuv, [illegible] Piemont, Achmatowsk im Ural, [illegible] Egg in Norwegen.

45. Granat.

Die tesseralen Krystalle zeigen als Formen das Rhombendodekaeder (Taf. [illegible] das Ikositetraeder (Taf. 1, Fig. 10) [illegible] theils in Combination (Taf. 1, Fig. [illegible] Nicht selten ist ferner das Hexakisoctaeder (Fig. 11) oder als Zuschärfung der Rhombenkanten entwickelt. Zu den Ausnahmen [illegible] Combination von Rhombendodekaeder und Octaeder (Taf. 1, Fig. 21). [illegible] sehr oft eingewachsen, aber auch [illegible] bunden aufgewachsen; derbe körnige [illegible] sprengte oder lose Körner sehr frequent.

Der Granat hat muscheligen Bruch, Glasglanz und verschiedene Pellucidität. Das Gewicht schwankt mit der chemischen [illegible] zwischen 3,2 und 4,3. Die Farben verschieden, nur blaue Farben kommen [illegible]

ische Constitution variirt außerordentlich, t, von den seltenern Varietäten abgesehen, Kalkthonsilikate, Eisenthonsilikate und Kalk- zu trennen. Die Granate sind leicht schmelz- h vorhergegangener Schmelzung von Säu- ig zersetzbar.

ungen nach unterscheidet man den seltenen anat von Tellemarken, den grünlichweißen grünen Grossular vom Wiluisflusse in n smaragdgrünen, chromhaltigen Uwaro- sersk am Ural, den blutrothen Almandin Oranat, der sehr häufig als Gemengtheil en oder in eingewachsenen Krystallen vor- oniggelben bis hyacinthrothen Hessonit oder von Ceylon und Piemont, den schmuzig oder braun gefärbten gemeinen oder nat, der besonders häufig körnige bis dichte ldet (Gegend von Schwarzenberg in Sachsen), schwarzen Melanit vom Vesuv, vom im Breisgau.

nat steht der schöne blutroth gefärbte Pyrop r Beziehung sehr nahe, er findet sich in rn zu Meronitz in Böhmen, in Serpentin n zu Zöblitz in Sachsen.

46. Turmalin.

gonal-rhomboedrischen Krystalle haben pris- abitus, jedoch ist das Prisma erster Rich- nur mit der Hälfte seiner Flächen als Prisma, das Deuteroprisma dagegen voll- ebildet. Als Endflächen treten besonders nd das sehr flache Stammrhomboeder auf, ich dann noch andere steilere Rhomboeder iedene Skalenoeder gesellen. Der Turmalin ufig hemimorph ausgebildet, er zeigt also entwickelten Krystallen an den zwei Polen verschiedener Formen; die Flächen des tri- smas sind in der Regel sehr stark vertical Flächen der übrigen Gestalten dagegen en.

talle sind sehr oft eingewachsen, seltener aufgewachsen; parallel- oder radialstrahlige ge Aggregate sind sehr häufig.

e ist etwas höher als die des Quarzes, t ungefähr 3, der Glanz stark glasartig, sehr mannichfaltig; nicht gar selten zeigen doppelte Farben, so kennt man farblose it schwarzer Kappe, oder grüne Krystalle Kern u. s. w. Der Turmalin ist ausgezeichnet elektrisch. Wenige Mineralien haben eine te und wechselnde chemische Constitution, malin; von aciden Bestandtheilen enthält vorherrschenden Kieselsäure noch Borsäure, ure und Fluor, von basischen Kali, Natron, kerde, Magnesia, Eisenoxydul und Mangan- nerde, Eisenoxyd und Manganoxyd. Da otheile nicht gleichzeitig in allen Turmalinen kann man hiernach eine Reihe von Varie- llen. Die Schmelzbarkeit ist je nach der Beschaffenheit verschieden.

le rothe Turmaline von Mursinsk am Ural, er Insel Utöen, wasserhelle und grüne von achsen, letztere auch von Elba, braune von Kärnten; der schwarze Turmalin oder häufig, besonders in Granuiten.

47. Axinit.

nisches Mineral, dessen sehr unsymmetrische, inkelige Krystalle meist die Combination . 58 zeigen. Die Flächen sind oft parallel den Achsen gestreift, die Krystalle einzeln oder zu Gruppen verbunden aufgewachsen.

Das Mineral hat Quarzhärte, Gewicht 3,3, Glasglanz und meist nelkenbraune oder infolge von Chlorit-imprägnationen grünliche Färbung.

Auch der Axinit ist sehr complicirt zusammengesetzt und enthält Kieselsäure und Borsäure, verbunden mit Kalkerde, Thonerde, Eisen- und Manganoxyd. Er ist leicht schmelzbar und wird nach der Schmelzung von Salzsäure vollständig zersetzt.

Schöne Krystalle mit Bergkrystall von Bourg-d'Oisans in der Dauphiné und vom St.-Gotthard, schalige Aggregate von Thum in Sachsen.

48. Lasurstein.

Die dodekaedrischen Krystalle sind sehr selten, meist nur derbe, feinkörnige Aggregate. Das wenig glänzende, aber prachtvoll lasurblaue Mineral hat ungefähr Feldspathärte und das Gewicht 2,4.

Es besteht aus einem Silicat von Thonerde und Natron, verbunden mit schwefelsaurem Natron und etwas Schwefeleisen, also eine ganz abnorme Zusammensetzung.

In Kalkstein eingewachsen findet sich der Lasurstein am Baikalsee, in Tibet und China. Er liefert das natürliche Ultramarin, und war deshalb in früherer Zeit, ehe man die Fabrikation des künstlichen Ultramarin kannte, außerordentlich hoch geschätzt.

49. Topas.

Die Grundform der rhombischen Krystalle, und zugleich die vorwaltende Gestalt ist ein stumpfes Prisma, welches mit einem brachydiagonalen Prisma, einer oder mehrern Pyramiden der Haupt- und solchen der brachydiagonalen Nebenreihe, sowie mit brachydomatischen und den basischen Endflächen combinirt erscheint. Die Krystalle, in der Regel einzeln aufgewachsen, sind mitunter hemimorph ausgebildet; die prismatischen Flächen oft stark gestreift, seltener sind parallelstengelige Aggregate.

Die Spaltbarkeit ist sehr vollkommen basisch, die Härte 8, das Gewicht 3,6. Die glasglänzenden Krystalle sind durchsichtig, selten wasserhell, meist licht gefärbt. Der Topas besteht aus kieselsaurer Thonerde, verbunden mit Fluorsilicium und Fluoraluminium; er ist unschmelzbar, und gibt, mit Schwefelsäure anhaltend behandelt, die Reaction auf Fluor.

Wasserhelle oder lichtgrüne Krystalle von Mursinsk am Ural und Adumtschilon in Sibirien, weingelbe vom Schneckenstein im Voigtland, violblaue von Villarica in Brasilien, stengelige Aggregate (Pikit) von Altenberg im Erzgebirge.

50. Beryll (Smaragd).

Der Beryll krystallisirt hexagonal und zeigt am häufigsten die Combination der beiden Prismen mit der Basis oder mit Pyramide und Basis, nur selten sind die Krystalle infolge des Auftretens vieler Pyramiden complicirter gebaut. Die Krystalle, welche fast stets vertical gestreifte Prismaflächen besitzen, sind immer säulenförmig, eingewachsen, oder in Gruppen aufgewachsen oder zu stengeligen Aggregaten verbunden.

Die basische Spaltbarkeit ist recht deutlich, Härte fast 8, das Gewicht 2,7. Die glasglänzenden Krystalle sind durchsichtig bis durchscheinend, selten farblos, meist grün, blau oder gelb gefärbt.

Der Beryll enthält eine seltene Erde, die Berylleerde verbunden mit Kieselsäure und Thonerde, er ist schwer schmelzbar, von Säuren nicht zersetzbar.

Die edelste Varietät ist der prachtvoll gefärbte Smaragd, der meist in Glimmerschiefer eingewachsen im Salzburgischen, bei Katharinenburg im Ural und zu

Muzo in Columbien vorkommt; dann der lichtgrün, lichtblau oder gelb gefärbte, durchsichtige edle Beryll von Katharinenburg und Miask am Ural, sowie vom Altai (hier in meterlangen Krystallen); endlich der trübe gemeine Beryll von Bodenmais in Baiern und von Grafton in Connecticut, an letzterm Orte in 20—30 Centner schweren Krystallen.

51. Chrysoberyll.

Die rhombischen Krystalle dieses seltenen Minerals sind in der Regel ziemlich complicirt; eine nicht seltene Form ist Taf. 2, Fig. 53, ein aus dieser Form gebildeter Durchkreuzungsdrilling, in Fig. 54 abgebildet. Die kurzsäulenförmigen oder dicktafelartigen Krystalle (oft mit verticaler Streifung auf dem makrodiagonalen Flächenpaar) sind einzeln eingewachsen, oft findet sich das Mineral auch in losen Geschieben.

Der Chrysoberyll ist härter als Topas, glasglänzend und olivengrün bis smaragdgrün, oft auch mehrfach gefärbt; er besteht aus kieselsaurer Beryllerde und ist weder schmelzbar noch in Säuren zersetzbar.

Krystalle von Katharinenburg am Ural und Haddam in Connecticut; Geschiebe von Ceylon.

52. Zirkon (Hyacinth).

Die tetragonalen Krystalle, theils kurzsäulenförmig, theils pyramidal ausgebildet, zeigen besonders die auf Taf. 1, Fig. 53—55 abgebildeten Combinationen von Protopyramide und Protoprisma, Protopyramide und Deuteroprisma, oder von diesen beiden Gestalten und einer ditetragonalen Pyramide. Auch complicirtere Combinationen, an denen besonders noch andere steilere Pyramiden auftreten, sind nicht selten. Die Krystalle sind ringsum entwickelt einzeln eingewachsen oder lose, in letzterm Falle oft zu Körnern abgerundet.

Der Zirkon besitzt kleinmuscheligen Bruch, Quarz- bis Topashärte, das Gewicht 4,6, diamantartigen Glasglanz, er ist durchsichtig bis durchscheinend und vorherrschend roth, gelb oder braun gefärbt. Er besteht aus kieselsaurer Zirkonerde (einer seltenen Substanz), ist unschmelzbar (er entfärbt sich beim Glühen) und wird von Säuren nicht angegriffen.

Die schön roth gefärbten, durchsichtigen Hyacinthe kommen zu Expailly in der Auvergne und auf Ceylon im aufgeschwemmten Lande vor, gelbe und braune Zirkone bilden einen Gemengtheil syenitartiger Gesteine von Brevig in Norwegen und von Miask am Ural.

53. Staurolith.

Die rhombischen Krystalle sind stets säulenförmig ausgebildet und zeigen die Combination von Prisma, Brachypinakoid und Basis. Sehr häufig sind Durchkreuzungszwillinge (Taf. 2, Fig. 38). Die Flächen sind oft, infolge einer beginnenden Zersetzung, rauh und eingedrückt, die Krystalle übrigens stets eingewachsen.

Der Staurolith hat mehr als Quarzhärte, das Gewicht 3,6; im frischen Zustand lebhaften Glasglanz und zeigt dunkle rothbraune bis schwarzbraune Farben, deshalb geringe Durchsichtigkeit. Er besteht aus einem Silicat der Thonerde und des Eisenoxyds, ist unschmelzbar und wird von Säuren nur theilweise zersetzt.

Die frischesten Krystalle von Airolo am St.-Gotthard; die von Guimper in der Bretagne sind meist oberflächlich zersetzt.

54. Andalusit.

Das rhombische Prisma, mit der Basis und einem Brachydoma die einzige bekannte Gestalt, steht dem tetragonalen außerordentlich nahe; [illegible] stets säulenförmig ausgebildet, [illegible] glattflächig, sehr oft oberflächlich [illegible] ja auch wol ganz in Glimmer [illegible]

Der Andalusit hat, im frischen [illegible] Quarzhärte, das Gewicht 3, schwach [illegible] perlgraue, lichtrothe, auch wol [illegible] Er ist ein reines, unschmelzbares [illegible] zersetzbares Thonerdesilicat.

In Glimmerschiefer eingewachsen [illegible] Lisens in Tirol und Limbach in Sachsen [illegible] zu Bodenmais in Baiern.

Gleiche Zusammensetzung besitzt der [illegible] anit), der aber in trikliniſchen säulen[illegible] krystallisirt. Er ist ausgezeichnet durch [illegible] blaue Farbe und die sehr wechselnde [illegible] nach den Flächen zwischen der des [illegible] Quarzes schwankt. Die besten Krystalle, [illegible] rolith parallel verwachsen, kommen [illegible] vor.

55. Korund.

Der Korund krystallisirt heragonal, [illegible] Stamm- und Spaltungsgestalt ein Rhom[illegible] in seinen Winkelabmessungen nur wenig [illegible] abweicht, doch tritt er meist in Krystallen [illegible] durch das Deuteroprisma oder eine [illegible] pyramide, in Verbindung mit der Basis, [illegible] Eingewachsene oder lose Krystalle und [illegible] lisirte oder körnige Massen.

Die Spaltbarkeit ist meist nach [illegible] Rhomboëders gleich vollkommen, die [illegible] basische Spaltungsfläche ist oft [illegible] Zwillingsbildung gestreift. Härte = [illegible] dem Diamant der härteste Körper, [illegible]

Es sind bei diesem Mineral, welches Thonerde besteht, folgende Varietäten [illegible]

a) Rubin und Saphir, ersterer roth [illegible] gefärbt; beide stark glänzende, durch[illegible] und Körner bildend. Auf Ceylon [illegible] aufgeschwemmtem Land, zu Niedermeni[illegible] am Rhein in Basalt eingewachsen.

b) Gemeiner Korund, in größeren [illegible] meist blaß blau gefärbten Krystallen [illegible] firten Massen auf Ceylon, in China, [illegible] Piemont.

c) Smirgel, in feinkörnigen, oft [illegible] durchwachsenen Massen von der Insel [illegible] Ochsenkopf bei Schwarzenberg im Erzg[illegible]

Der gemeine Korund wird zu Zapfen [illegible] Räder von Uhren und feinen Instrumenten [illegible] als Schleif- und Polirmittel benutzt.

56. Spinell.

Die gewöhnliche Gestalt des tesseralen [illegible] das Octaeder, seltener die Combination [illegible] und Rhombendodekaeder (Taf. 1, Fig. [illegible] kommen octaedrische Zwillinge (Taf. 1, [illegible] Die glattflächigen Krystalle sind [illegible] finden sich, oft zu Körnern abgerundet, [illegible] ten Land.

Die octaedrische Spaltbarkeit ist nicht [illegible] die Härte 8, das Gewicht 3,5—3,8. [illegible] lebhaft glasartig, die häufig sehr [illegible] stalle zeigen vorherrschend rothe, [illegible] Farben.

Der Spinell ist ein Magnesia-[illegible] in den schwarzen Abänderungen ein [illegible] der Magnesia durch Eisenoxydul vertreten, [illegible] schmelzbar und in Säuren unverändert.

the oder edle Spinell (auch Rubis balais kommt in losen Krystallen oder Körnern auf nd in Pegu in Hinterindien vor; von dem it dem er häufig verwechselt wird, unterscheidet ch seine nicht so tief karminrothe, mehr bräun- ung. Der blaue Spinell oder Saphirin findet ornigem Kalk von Aker in Schweden, sowie ypt vom Laacher See, der schwarze Spinell auch Pleonast oder Ceylanit genannt, kommt im Syenit vom Monzoniberg in Südtirol, ulkanischen Tuffen des Vesuvs und im auf- mten Lande an der Jserwiese im Riesenge- wie auf Ceylon vor.

lasse. **Schwere Metalle und ihre Verbindungen.**

1. Familie. Eisen.

57. Gediegen Eisen.

assenhaft auch das Eisen in Verbindungen ver- ist, so ist doch sein Vorkommen in metallischem e in dem Erdinnern noch nicht mit Sicherheit llt; dagegen finden sich Massen, oft aus reinem bestehend und von bedeutendem Gewicht, auf oberfläche, die aber nicht irdischen sondern los- Ursprungs sind, d. h. die auf ihrer planetari- Bahn durch den Weltraum in den Bereich der ungskraft der Erde gekommen und auf ihr nieder- n sind.

se Meteoreisenmassen zeigen ganz die physikalischen chaften des künstlich dargestellten Eisens; sie be- ssen tesserale Krystallform, die sich aber meist rch ein eigenthümlich maschiges Gefüge zu er- gibt, welches beim Aetzen mit Salpetersäure Vorschein kommt, und die sog. Widmanstätten'- Figuren (Taf. 3, Fig. 19) liefert; sie besitzen hakigen Bruch, seine Geschmeidigkeit, seine Härte ein Gewicht 7,8 (letzteres sinkt aber infolge eimengungen chemischer oder mechanischer Natur, f 6,6). Das Meteoreisen hat lichtstahlgraue es ist magnetisch, unschmelzbar vor dem Löth- in Säuren leicht löslich. Es bildet meist un- äßig geformte Klumpen, die mit einer dünnen, gen Rinde, ein Zeichen der hohen Temperatur, sie beim schnellen Fall durch die Atmosphäre t hatten, oder nach längerm Liegen an feuchter mit einer dicken braunen Verwitterungskruste en sind.

chemischer Beziehung zeichnet sich das Meteor- durch den nie fehlenden Gehalt an Nickel, der 10 Proc. steigen kann, aus. Außerdem enthalten viele derartige Massen auch nichtmetallische Ver- ngen, unter ihnen den Olivin besonders häufig, nechanische Beimengungen, und sie nähern sich den steinartigen Körpern desselben Ursprungs, Meteorsteinen, welche vorherrschend aus Augit Anorthit bestehen und theils eisenhaltig, theils frei sind.

s Meteoreisenmassen von besonders großen Di- ionen verdienen aufgeführt zu werden: das Meteor- von Elbogen in Böhmen (191 Pfd.), das von äßgen in Brandenburg (200 Pfd.), das von Ata- (300 Pfd.), das von Krasnojarsk in Sibirien 0 Pfd.), das von Villa Nueva in Mexico (mehrere ke von 2—3000 Pfd.), endlich das von Olumba Peru (300 Ctr.).

Meteorsteine theils mit, theils ohne Eisen, sind u. a. folgenden Orten und Tagen gefallen: Blansko in hren (25. Nov. 1833), Montréjau in Frankreich (9. Dec. 1858), Alais in Frankreich (15. Mai 1806), Stannern in Mähren (22. Mai 1808), Jurenas in Frankreich (13. Juni 1821), Debreczin in Ungarn (15. April 1857).

58. Magneteisen.

Das Magneteisen krystallisirt tesseral, in den Formen des Octaeders, des Rhombendodekaeders und der Com- bination dieser beiden Gestalten, oder in octaedrischen Zwillingen. Die Flächen des Dodekaeders sind häufig diagonal gestreift, die Krystalle übrigens oft ringsum ausgebildet und eingewachsen oder auch gruppirt auf- gewachsen, am häufigsten sind aber derbe, grob- bis feinkörnige oder dichte Massen.

Das Magneteisen besitzt Feldspathärte, ist fünfmal schwerer als Wasser, es hat auf Krystallflächen Metall- glanz, auf den kleinmuscheligen Bruchflächen pechartig metallischen Glanz, eisenschwarze Farbe und gleichen Strich, und ist besonders durch seine stark magnetischen Eigenschaften (es bildet manchmal natürliche, mit po- larischem Magnetismus versehene Magnete) ausge- zeichnet.

Es ist Eisenoxydoxydul mit ca. 72 Proc. Eisengehalt, ist nur schwierig schmelzbar und löst sich langsam in Säuren.

Dieses Erz kommt in Schweden (Dannemora) und am Ural (Blagodat) in großen, massiven Lagern und Stöcken vor, ferner bildet es, gemengt mit andern Mineralien, Lager und Gänge in der Gegend von Schwarzenberg und Berggießhübel in Sachsen, bei Traversella in Piemont und Dognaczka im Banat; an eingewachsenen Krystallen sind besonders die Chlorit- schiefer und Talkschiefer der Alpen reich.

Das Magneteisen ist einmal seines hohen Eisenge- halts und sodann der großen Reinheit des aus ihm dargestellten Eisens wegen ein sehr geschätztes Eisen- erz; es wird besonders zur Darstellung feinerer Eisen- sorten, des Stahls und des Stabeisens benutzt.

Das schwedische Eisen verdankt ihm hauptsächlich seinen Ruf.

Das Chromeisenerz, welches für die Darstellung der Chromverbindungen von Wichtigkeit ist, besitzt die- selben krystallographischen und physikalischen Eigen- schaften wie das Magneteisen, nur ist es etwas leichter, hat unvollkommenern Metallglanz und braunen Strich. Es enthält an Stelle des Eisenoxyds Chromoxyd und findet sich in Schlesien sowie am Ural.

59. Glanzeisenerz und Rotheisenerz.

Das Glanzeisenerz krystallisirt in rhombodrischen Formen, welche mit denen des Korunds die größte Uebereinstimmung zeigen; auch die Krystallreihe die- ses Minerals ist durch das Vorkommen von Deutero- pyramiden ausgezeichnet, die aber seltener allein, häufiger in Combination mit Rhombodecaeder ausgebildet sind. Linsenförmige Krystalle entstehen nicht selten, wenn die Basis und ein flaches Rhombodecaeder der ersten Rich- tung, welche Flächen in der Regel horizontal gestreift sind, mit dem Stammrhombodecaeder combinirt sind, auch kennt man dünntafelartige Krystalle, an denen Rhom- bodecaederflächen nur ganz untergeordnet auftreten. Die Krystalle sind aufgewachsen, mitunter zu rosettenartigen Gruppen (Eisenrosen) verbunden, die dünntafelartigen zu schuppigen, feinblätterigen Massen aggregirt, auch sind strahlige oder schalige Partien nicht selten.

Das Glanzeisenerz besitzt muscheligen Bruch, Feld- spathärte, das specifische Gewicht 5,2, Metallglanz, in den dünnsten Lamellen rothe Durchscheinenheit, eisen- schwarze Farbe und kirschrothen Strich. Es besteht aus reinem Eisenoxyd, ist vor dem Löthrohr unschmelz- bar, in Säuren löslich.

Die schönsten Glanzeisenerzkrystalle kennt man vom St.-Gotthard, vom Pfitschthal in Tirol, von der Insel Elba, von Altenberg in Sachsen, das schuppige Glanzeisenerz, der Eisenglimmer, kommt theils auf Eisenerzlagerstätten, theils als Gemengtheil von Gesteinen (in denen er den Glimmer vertritt) vor, so im Granit des Fichtelgebirgs und im Glimmerschiefer (Itabirit) von Brasilien, das strahlige Glanzeisenerz endlich im Siegenschen.

Das Rotheisenerz ist ebenfalls reines Eisenoxyd; es ist aber nicht krystallisirt, sondern nur krystallinisch, und unterscheidet sich vom Glanzeisenerz durch seine geringere Härte (3—5), das geringere Gewicht von 4,5—4,9, den unvollkommenen, meist sehr matten Metallglanz, die dunkelrothe, selten stahlgraue Farbe und den blutrothen Strich. Es findet sich in kugel- oder nierenförmigen oder traubigen Gestalten mit glatter Oberfläche und radialstengeligem oder faserigem Gefüge als rother Glaskopf oder Blutstein (Taf. 3, Fig. 13), oder in derben Massen von flachmuscheligem bis ebenem Bruch und dichter Beschaffenheit; schuppige und schaumige Partien, der sog. Eisenrahm, oder erdige und zerreibliche Ocker finden sich mitunter auf den Klüften und Absonderungsflächen des derben Rotheisensteins.

Das Rotheisenerz bildet, fast stets mit Quarz und Hornstein verbunden, Gänge und Lager in den ältern Gebirgsformationen, so am Harz, im obern Erzgebirge, in Westfalen, in Nassau u. s. w., und es ist an allen diesen Orten Gegenstand bergmännischer Gewinnung, da es als ein reines Eisenerz von hohem Gehalt (bis zu 70 Proc.) sehr geschätzt ist. Langfaserige Partien von großer Härte (Blutstein) werden zum Poliren von Gold- und Silberwaaren benutzt.

Der Rotheisenstein ist häufig durch Kieselsäure, Thon oder Kalk verunreinigt, aber auch diese unreinen Arten werden, wenn es der Metallgehalt nur irgend gestattet, auf Eisen verschmolzen.

Mit dem Glanzeisenerz krystallographisch und physikalisch auf das innigste verwandt ist das Titaneisenerz, welches neben Eisenoxyd Titanoxyd in so wechselnden Mengen enthält, daß eine scharfe chemische und physiographische Trennung beider Körper nicht durchführbar ist. Am besten kann man sie noch durch den Strich unterscheiden, der beim eigentlichen Titaneisenerz (mit ca. 50 Proc. Titanoxyd) schwarz ist.

60. Brauneisenerz.

Die Art des Vorkommens dieses Erzes ist vollständig der des Rotheisenerzes analog; auch das Brauneisenerz kennt man nur im krystallinischen, glaskopfartigen oder derben, dichten Zustand. Härte = 4, Gewicht 3,4—4,2, je nach der Reinheit; die faserigen oder flachmuscheligen Bruchflächen sind schwach glas- oder seidenglänzend bis matt, das Mineral ist schwarzbraun bis ockergelb gefärbt, der Strich ist gelblichbraun.

Das Brauneisenerz ist ein Eisenoxydhydrat mit ungefähr 60 Proc. Eisen. Es ist schwer schmelzbar, in Säuren löslich.

Man unterscheidet auch hier die Varietäten des faserigen Brauneisenerzes (brauner Glaskopf), des dichten Brauneisensteins und des Brauneisenockers, welche meist zusammen vorkommen und Gänge und Stöcke in verschiedenen Formationen bilden, so am Harz, am Thüringer Wald, im Siegenschen, in der Oberpfalz, in Steiermark, Kärnten u. s. w.

Das Brauneisenerz ist sehr häufig aus der Zersetzung anderer Eisenerze hervorgegangen, so besonders des Spateisensteins und des Eisenkieses, und man findet es deshalb oft nur am Ausgehenden der Lagerstätten, während in der Tiefe jene Erze vorherrschen.

Daß man auch kieselige, thonige [illegible] erze finden wird, ist leicht begreiflich.

Das Brauneisenerz wird besonders [illegible] verschmolzen.

Eine unreine Abart des Brau[illegible] Ursprungs ist der Rasenei[illegible] den Boden von Seen oder in sumpfigen [illegible] als Absatz eisenhaltiger Quellen bildet. [illegible] Phosphorsäure in variabler Menge, [illegible] organische Zersetzungsproducte, [illegible] Quarzsand, und ist besonders auch [illegible] mäßigen Löcher und Höhlungen, die [illegible] charakterisirt.

Er findet sich in großen Mengen [illegible] in der norddeutschen und russischen [illegible] überall gewonnen und auf Gußeisen [illegible]

61. Eisenspat (Spateisenstein, Siderit).

Der Eisenspat krystallisirt rhomboedrisch [illegible] Kalkspat, mit welchem er isomorph ist. [illegible] rhomboeder ist die vorherrschende Form, [illegible] erste stumpfere Rhomboeder und die [illegible] Spaltbarkeit ist, wie bei allen, dem Kalkspat [illegible] Mineralien, vollkommen rhomboedrisch. [illegible] mitunter mit sattelförmig gebogenen [illegible] oder durcheinandergewachsen, seltener [illegible] häufigsten bildet aber der Eisenspat [illegible] firte, körnige oder dichte Massen, oder [illegible] förmige Partien von radialfaserigem [illegible]

Das Mineral besitzt Glasglanz, der in Perlmutterglanz übergeht, erbsengelbe, isabellgelbe [illegible] Farbe und geringe Durchsichtigkeit.

Der Eisenspat besteht aus kohlensaurem [illegible] mit circa 40 Proc. Eisen, doch ist [illegible] Eisenoxyduls durch Magnesia oder [illegible] treten, wodurch natürlich der Eisengehalt [illegible] wird. Von Säuren wird das Mineral [illegible] gelöst. Der Eisenspat besitzt eine starke [illegible] Abgabe von Kohlensäure und Auf[illegible] stoff und Wasser in Eisenoxydhydrat [illegible] umzuwandeln, daher so häufig die [illegible] bung.

Der krystallisirte und krystallinische [illegible] eisenstein) bildet in ältern Formationen [illegible] Gänge und Stöcke, so im Voigtland, [illegible] wald, im Nassauischen, im Siegenschen [illegible] bei Müsen) und in Steiermark. Er [illegible] trefflich zur Stahlbereitung. Die kugeligen [illegible] Gefüge versehenen Partien des Spateisensteins [illegible] sich nie in größern Massen, sondern [illegible] doleritischer Gesteine, so in der Gegend [illegible] Main.

Ein sehr wichtiges Erz ist der thonige [illegible] oder Thoneisenstein, ein mit kieselsaurem [illegible] auch mit kohligen Bestandtheilen [illegible] stein. Er bildet entweder zusammenhängende [illegible] lagerförmig angeordnete Nieren und [illegible] ben, vorwiegend in der Formation [illegible] und der Steinkohle. Es ist besonders [illegible] vorkommen mit Kohle, so in den [illegible] westfälischen und saarbrücker Becken, [illegible] eisensteine so werthvoll und trotz des [illegible] Eisengehaltes von circa 32 Proc. [illegible]

62. Magnetkies.

Das Mineral kommt in hexagonalen [illegible] nach der Basis vollkommen spaltbar [illegible] aber in derben, blätterigen oder [illegible]

thärte, das Gewicht 4,5, Metallglanz, er Oberfläche meist tombackbraune Farbe Strich und ist retractorisch magnetisch. eseleisen mit ungefähr 60 Proc. Eisen, nnern Löthrohrflamme leicht zu einer gel und wird von Säuren unter Entschwefelwasserstoffgas gelöst.

es kommt besonders auf Erzlagerstätten, s in Baiern, Kupferberg in Schlesien, Modum in Norwegen, sowie in Meteoreoreisenmassen vor.

ies von Modum wird seines Nickelgeit andern Erzen zur Nickelfabrikation, nisse dieses Minerals dagegen zur Darenvitriol verwendet.

isenkies (Schwefelkies).

ge und weitverbreitete Mineral krystallientagonal-dodekaedrischem Formentypus.

Formen sind Hexaeder, Octaeder, eder und Dyakisdodekaeder (Taf. 1,), sowie die Combinationen dieser Geen ein paar in Fig. 33 und 34 abgeich kommen Zwillingskrystalle des Pens mit parallelen Achsensystemen vor (Taf. Hexaederflächen sind sehr oft durch unterende Pentagonaldodekaederflächen gen aller übrigen Krystallformen sind glatt. l hat muscheligen Bruch, Feldspathärte, starken Metallglanz, speisgelbe bis goldauf der Oberfläche dagegen manchmal rben) und grünlichschwarzen Strich.

ist ein Schwefeleisen mit 47 Proc. Eisen; ter kleine Mengen von Silber oder noch täten von Gold, die aber doch häufig lohnen. Vor dem Löthrohr schmilzt er ing von schwefliger Säure, von Salpeterunter Schwefelabscheidung gelöst.

kieskrystalle sind häufig einzeln oder zu en verbunden, eingewachsen, noch öfter neralien aufgewachsen, wobei sie nicht n, traubigen oder baumförmigen Par- sind (Taf. 3, Fig. 7); hauptsächlich Mineral in derben Massen von strahliger, chter Structur auf.

ndorte des Schwefelkieses sind die Erz- er denn nicht selten allein ganze Gänge findet man ihn in mergeligen und tho-, sowie in Braun- und Steinkohlen, zu er Entzündung er infolge seiner leichten icht selten Anlaß gibt.

es wurde früher zur Darstellung von aber besonders zur Fabrikation von benutzt, indem man schweflige Säure aus ihm entwickelt, welche dann durch Proceß in Schwefelsäure übergeführt wird.

64. Strahlkies.

ral ist eine rhombisch krystallisirende, also ification derselben Verbindung, wie der sehr flachprismatischen Krystalle sind in peeartigen Drillingen verwachsen, daher ral auch Speerkies genannt hat; in der r Strahlkies aber in knolligen oder trauvon strahligem Gefüge vor. Er unterm Eisenkies besonders durch die mehr elbe Farbe und den rein grünschwarzen durch seine viel größere Neigung zum r Vitriolesciren.

und Benutzung wie beim Eisenkies.

65. Arsenkies.

Die rhombischen kurzsäulenförmigen Krystalle zeigen als Endflächen ein sehr flaches Brachydoma, welches in der Regel horizontal gestreift erscheint. Durchkreuzungszwillinge, welche eine makrodomatische Fläche als Zwillingsebene besitzen, sind sehr häufig. Die Krystalle sind einzeln ein- oder zu Drusen verbunden aufgewachsen; stengelige und strahlige Partien oder derbe Massen von körniger bis dichter Structur.

Die Spaltbarkeit ist deutlich prismatisch, die Härte 6, das Gewicht 6,2, der Glanz nur an frischen Stücken lebhaft metallisch, die Farbe zinnweiß, durch Anlaufen leicht grau werdend, der Strich schwarz; beim Zerschlagen ist ein knoblauchartiger Geruch wahrzunehmen.

Der Arsenkies ist eine Verbindung von Schwefeleisen mit Arseneisen (43 Proc. Arsen), doch enthält er nicht selten mehrere Procent Kobalt (Kobaltarsenkies, zeichnet sich durch röthlich-silberweiße Farbe aus). Auf Kohle erhitzt, erzeugt er unter Entwickelung von starkem Knoblauchgeruch einen weißen, flüchtigen Beschlag und schmilzt, Salpetersäure löst ihn unter Abscheidung von Schwefel und arseniger Säure.

Der Arsenkies ist ein auf Erzlagerstätten sehr weit verbreitetes Mineral, auch kommt er eingesprengt in Gebirgsarten vor. Er dient zur Darstellung der verschiedenen Arsenfabrikate (als Giftmehl, Fliegenstein, Arsenglas).

Als Zersetzungsproduct schwefeleisenhaltiger Kiese findet man nicht selten, in trauben- oder nierenförmigen Partien oder in Efflorescenzen, den Eisenvitriol, das wasserhaltige schwefelsaure Eisenoxydul. Seine grasgrüne Farbe, geringe Härte, die leichte Löslichkeit in Wasser und der tintenartig herbe Geschmack machen ihn leicht kenntlich; infolge seiner Löslichkeit geht er oft in die Grubenwasser über, die man, falls sie gesättigt genug sind, auf Vitriol verarbeiten kann; läßt man solche Vitriolwasser mit Bächen sich vermischen, so richten sie durch das Ertödten aller Organismen in diesen großen Schaden an.

Aehnliche Zersetzungsproducte sind auch die Eisensinter, welche in der Hauptsache aus wasserhaltigem, arsensaurem oder phosphorsaurem Eisenoxyd bestehen. Harzartiger Glanz, braune Farbe und amorphe, glasige Structur kennzeichnen sie.

2. Familie. Mangan.

Das Mangan kommt nie in gediegenem, sondern nur in vererztem Zustande vor. Es zeichnet sich durch die große Zahl von Verbindungen aus, welche es mit Sauerstoff bildet, von denen besonders eine, das Manganseseroxyd, in der Natur vorkommt und dadurch von Wichtigkeit ist, daß sie sehr leicht einen Theil ihres Sauerstoffs abgibt und deshalb zur Darstellung von Sauerstoffgas und auf indirectem Wege, indem man sie mit Chlornatrium und Schwefelsäure erhitzt, zur Entwickelung von Chlorgas benutzt werden kann.

Außerdem aber werden die Manganerze, die äußerst häufig mit Eisenerzen zusammen auftreten, mit diesen verschmolzen; das dabei erhaltene Spiegeleisen eignet sich besonders zur Darstellung von Stahl. Endlich aber übt das Mangan, den Glasflüssen zugesetzt, eine entfärbende Wirkung aus.

Das wichtigste Manganerz ist der

66. Pyrolusit.

Der Pyrolusit ist kein ursprüngliches Mineral, sondern ein Umwandlungsproduct aus zwei andern Manganerzen, dem Manganit und Polianit. Echte Krystallgibt es daher nicht, vielmehr nur Pseudomorphosen

nach diesen Mineralien; am häufigsten finden sich strahlige oder radialfaserige Partien, oder dichte und erdige Massen. Er ist sehr weich, daher abfärbend, halbmetallisch bis seidenartig glänzend, stahlgrau bis licht eisenschwarz, hat tiefschwarzen Strich und das Gewicht 4,7—5.

Er ist Manganoxyd mit 37 Proc. Sauerstoff, von welchem er beim Glühen den dritten Theil verliert. Er ist, wie alle Manganerze, unschmelzbar und löst sich in Salzsäure unter lebhafter Chlorentwickelung.

Am Thüringerwald und am Harz bildet er mit andern Manganerzen Gänge im Melaphyr und rothen Porphyr, im Nassauischen Nester in Dolomit, außerdem kommt er auf den meisten Eisenerzlagerstätten vor, so im Erzgebirge, in Thüringen, Nassau u. s. w.

67. Polianit.

Der Polianit krystallisirt in rhombischen, kurzsäulenförmigen Krystallen, die meist vertical gestreift und an ihren Enden zerfasert erscheinen.

Er hat mit dem Pyrolusit, mit dem er chemisch identisch ist, und in den er sich, wie oben bemerkt, leicht umsetzt, die größte Aehnlichkeit; er unterscheidet sich von ihm hauptsächlich durch seine hohe Härte, welche im völlig frischen Zustande die des Quarzes erreicht.

68. Manganit.

Die rhombischen Krystalle sind kurzsäulenförmig ausgebildet und zeigen in der Regel sehr complicirte Combinationen mehrerer Säulen und vieler Pyramiden, auch sind knieförmige Zwillingskrystalle nicht selten. Die Krystalle sind oft vertical gestreift, zu Bündeln vereinigt; faserige und stengelige Aggregate wie beim Pyrolusit.

Der Manganit ist nach dem Brachypinakoid vollkommen spaltbar, hat Flußspathärte, Gewicht 4,3, stahlgraue bis eisenschwarze Farbe und braunen Strich. Er ist Manganoxydhydrat, besitzt aber große Neigung, seinen Wassergehalt gegen Sauerstoff auszutauschen, sich also in Pyrolusit umzuwandeln, bei welchem Vorgang das Gewicht höher, die Härte geringer und der Strich dunkler wird.

Er findet sich besonders auf den Manganerzgängen des Harzes und Thüringerwaldes.

Ein paar seltenere Mineralien, die mit den vorigen zusammen vorkommen, sind der Braunit (Manganoxyd) und der Hausmannit (Manganoxyd-Oxydul). Beide krystallisiren in tetragonalen Pyramiden (die des erstern sind sehr octaëderähnlich, die des andern spitzer) und unterscheiden sich voneinander hauptsächlich durch den Strich, der beim Braunit schwarz, beim Hausmannit kastanienbraun ist.

Der Psilomelan oder Hartmanganerz (wasserhaltiges Mangansuperoxyd mit Baryterde, Kali und Manganoxydul in sehr wechselnden Verhältnissen) ist ein amorphes, in glaskopfartigen Massen von flachmuscheligem Bruch auftretendes Mineral; es hat Feldspathärte, sehr schwachen metallischen Glanz, bläulichschwarze Farbe und schwarzen, stärker glänzenden Strich.

Der Psilomelan kommt auf Manganerzlagerstätten häufig vor, findet aber nur selten Verwendung zu technischen Zwecken.

69. Manganspat.

Krystallform und Spaltbarkeit rhomboëdrisch, wie die des Kalkspats, Eisenspats u. s. w.

Die zu Drusen verbundenen Krystalle sind aufgewachsen und zeichnen sich besonders durch ihre rosenrothe bis himbeerrothe Farbe aus. Der Manganspat besteht aus kohlensaurem Manganoxydul und verhält sich chemisch wie Eisenspat.

Ein auf Blei- und Silbererzgängen [illegible] Mineral, so besonders bei Freiberg [illegible]

3. Familie. Kobalt [illegible]

Beide Metalle kommen nie als [illegible] in vererztem Zustande, und zwar [illegible] Schwefel verbunden, vor. Ihre [illegible] hin, daß sie den alten Bergleuten [illegible] keinen Nutzen zu ziehen wußten, [illegible] mene Erscheinungen waren, doch [illegible] dem 16. Jahrhundert aus den [illegible] geschätzte blaue Farbe, Smalte [illegible] erst in neuester Zeit angefangen [illegible] in größern Mengen darzustellen. [illegible] der Schweiz werden aus ihm Scheide[illegible]

70. Speiskobalt und [illegible]

Diese beiden Mineralien sind in [illegible] ander so ähnlich, daß sie nicht [illegible] trennen sind. Sie krystallisiren beide [illegible] in der Form des Kuboctaeders (Taf. [illegible] in der Combination des Hexaeders [illegible] kaeders (Taf. 1, Fig. 17). Die [illegible] oft convex, die Krystalle zu Gruppen [illegible] einigt oder eingesprengt, und dann [illegible] tung einer Achse in die Länge gezogen [illegible] findet man gestrickte oder derbe Aggregate [illegible] oder dichter Structur.

Die Mineralien haben Apatit- bis [illegible] Gewicht 6,4—7,3, Metallglanz, [illegible] stahlgraue Farbe (daher weißer [illegible] kobalt) und schwarzen Strich.

Der reine Speiskobalt würde aus [illegible] der reine Chloanthit aus Einfach- [illegible] doch finden sich stets beide Metalle [illegible] daher läßt sich, da es nur auf ein [illegible] ankommt, nicht einmal auf einfachen [illegible] sondern nur auf genaue quantitative [illegible] eine Trennung dieser Körper [illegible] Kohle unter Arsengeruch leicht schwe[illegible] säure unter Abscheidung von arsenig[illegible]

Auf Gängen im obern Erzgebirge [illegible] gend von Schneeberg, zu Riechelsdorf [illegible]

Das einzige praktische Hülfsmittel [illegible] dieser Körper gibt ihre leichte Zersetzbar[illegible] sie bedecken sich dann mit Ueberzügen [illegible] wasserhaltigen arsensauren Oxyden der [illegible] herrschendem Kobaltgehalt rothe, im [illegible] Farbe besitzen.

Der erstere dieser Beschläge, der [illegible] kommt auch in Drusenräumen in [illegible] perlmutterglänzenden, spießigen und [illegible] pirten Krystallen vor.

71. Rothnickelkies.

Die kleinen hexagonalen Krystalle [illegible] meist kommt das Mineral nur derb [illegible] vor. Es hat Härte 5½, Gewicht [illegible] Bruch lebhaften Metallglanz und [illegible] und schwarzen Strich.

Der Rothnickelkies besteht aus [illegible] ist oft ein Theil des Arsens durch [illegible] auch etwas Kobalt vorhanden. Ch[illegible] ähnlich wie der Chloanthit.

Dieses sehr wichtige Nickelerz [illegible] Schneeberg, Freiberg und Joachim[illegible] im Mansfeldischen sowie zu Riechelsdorf [illegible]

72. Glanzkobalt.

Der Glanzkobalt krystallisirt tesseral [illegible]

n wie der Eisenkies, also pentagonaldode-
e Krystalle sind meist scharfkantig ringsum
auch finden sich derbe und eingesprengte
e hexaëdrische Spaltbarkeit ist vollkommen
Härte $5^1/_2$, das Gewicht 6, der Glanz ist
), die Farbe röthlich-silberweiß, der Strich

kobalt besteht aus Zweifach-Schwefelkobalt
rsenkobalt mit 36 Proc. Kobalt (häufig et-
Die Reactionen sind identisch mit denen des
doch scheidet er bei der Auflösung auch

in Schweden und Skutterud in Norwegen
ptfundorte.

73. Kobaltkies.

len, fast stets octaëdrischen Krystalle sind
cengt, seltener aufgewachsen; häufig derbe
hat dieselbe Härte und Farbe wie der
ist aber leichter als dieser (Gewicht = 5).
s Schwefel und Kobalt, mit 58 Proc. Ko-
auch hier ein oft beträchtlicher Antheil des
h Nickel (bis 42 Proc.) vertreten. Er gibt
rohr schweflige Säure und schmilzt im Re-
, in Salpetersäure ist er unter Schwefel-
löslich.
Rheinland und Riddarhytta in Schweden.

4. Familie. Zink.

74. Zinkblende.

allform ist tesseral, und zwar hemiëdrisch
nd rhombendodekaëdrischem Habitus, sodaß
chen Gestalten, Tetraëder und Trigondode-
untergeordnet auftreten, doch sind auch
oder scheinbar octaëdrische, durch die Com-
: beiden Tetraëder entstandene Krystalle
ht selten. Die beiden Tetraëder, die oft
auftreten, sind stets leicht dadurch vonein-
erscheiden, daß die Flächen des einen glatt,
ern aber rauh und drusig erscheinen.
fig sind Zwillingskrystalle nach dem Gesetz:
ie senkrecht auf einer Tetraëderfläche; wenn
e Krystalle in dieser Weise ausgebildet sind,
m die Verwachsung, da einspringende Win-
kran, daß sechs Flächen des Rhombendode-
Trapezen geworden sind. Die Zinkblende
in aufgewachsenen Krystallen auch in der-
ischen Massen von grob- oder feinkörnigem,
aserigem Gefüge vor.
kommen ist die dodekaëdrische Spaltbarkeit;
de steht darin einzig da. Das Mineral
härte, Gewicht = 4, starken Diamantglanz,
rchsichtigkeit und sehr verschiedene gelbgrüne,
ne und schwarze Farben, in den dunklern
elben bis braunen Strich.
Zinkblende besteht aus Schwefelzink mit
el, doch sind stets größere oder kleinere An-
ils durch Eisen vertreten. Sie schmilzt nur
, und ist in Salpetersäure unter Schwefel-
löslich.
tallisirte gelbe und grüne Blende von Schem-
nitz in Ungarn, Picos in Spanien, rothe
, braune vom Harz und aus den Pyre-
ze Blende von Freiberg, Zellerfeld am
).
sche Blende bildet oft allein mächtige Gänge
o am Wettersee in Schweden, in Spanien,
).
er Zeit dient die Blende zur Zinkdar-

75. Zinkspat.

Auch dieses Mineral gehört zu der Zahl der mit dem Kalkspat isomorphen Körper, doch sind die Krystalle stets klein und überhaupt selten, meist kommt der Zinkspat in nierenförmigen und traubigen Massen von faseriger Structur oder in feinkörnigen bis dichten Aggregaten vor. Der Zinkspat hat Apatithärte, Gewicht 4,3, ist glas- bis perlmutterglänzend, licht grau, gelb, grün oder braun gefärbt und durchscheinend. Er besteht aus kohlensaurem Zinkoxyd mit 50 Proc. Zink, doch enthalten die meisten Varietäten etwas Eisen- oder Manganoxydul, auch wol geringe Mengen von Bleioxyd und Kadmiumoxyd, oder sie sind durch Kieselsäure und Thonerde verunreinigt. Vor dem Löthrohr verliert er die Kohlensäure und gibt auf Kohle einen weißen Zinkbeschlag, in Säuren ist er unter Aufbrausen löslich.

Er kommt in größern Massen am Altenberg bei Aachen, zu Tarnowitz in Schlesien, bei Dognaczka im Banat vor und liefert an diesen Orten das geschätzteste Material zur Zinkdestillation.

76. Kieselzinkerz.

Die Krystallform ist rhombisch mit ausgezeichnetem hemimorphen Formentypus. Die durch das Vorherrschen des Brachy- oder Makropinakoids breittafelförmigen Krystalle sind an ihrem untern Pole durch eine Brachypyramide, am obern Pole dagegen durch andere, sehr verschiedenartige Gestalten begrenzt, so durch Makrodoma und Basis (Taf. 2, Fig. 39) oder durch zwei Makro-, zwei Brachydomen und die Basis (Taf. 2, Fig. 40).

Die Flächen des Prismas, nach welchen das Mineral vollkommen spaltbar ist, treten an den Krystallen meist nur untergeordnet und mit verticalen Streifungen versehen auf.

Die Krystalle sind meist keilförmig und fächerförmig gruppirt, zu traubigen, nierenförmigen und stalaktitischen Gestalten vereinigt; sehr häufig sind strahlige oder feinfaserige Aggregate und dichte bis erdige Varietäten.

Das Kieselzinkerz hat Apatithärte, Gewicht 3,5, zum Theil perlmutterartigen Glasglanz, es ist mitunter durchsichtig und wasserhell, doch meist verschiedenartig grau, gelb, grün, roth und blau gefärbt. Es besteht aus wasserhaltigem kieselsaurem Zinkoxyd mit 53 Proc. Zink, ist unschmelzbar und in Säuren unter Abscheidung von Kieselgallert zersetzbar.

Das Kieselzinkerz kommt in Kärnten, Oberschlesien, Polen, in Westfalen, bei Aachen, in Spanien und auf der Insel Sardinien massenhaft in Lagern und Nestern vor.

Der Galmei der Berg- und Hüttenleute ist ein durch Bergarten verschiedener Art verunreinigtes Gemenge von Kieselzinkerz und Zinkspat (der edle Galmei enthält vorwiegend den letztern), und dieses gemengte Erz ist es, welches das Hauptmaterial zur Zinkfabrikation liefert.

Das Rothzinkerz (manganhaltiges Zinkoxyd) kommt nur in Nordamerika, im Staate Neu-Jersey, in so großen Massen vor, daß es zur Zinkdestillation benutzt werden kann.

5. Familie. Kupfer.

77. Gediegen Kupfer.

Das Kupfer krystallisirt tesseral und zeigt das Hexaëder theils allein, theils mit dem Octaëder (Taf. 1, Fig. 13 und 14), theils mit Octaëder und Rhombendodekaëder (Taf. 1, Fig. 19), theils mit dem Tetrakishexaëder (Taf. 1, Fig. 22) combinirt. Die Krystalle haben meist krumme Flächen und sind monströs ausgebildet, auch zu baumförmigen oder moosartigen Gruppen verwachsen.

Sehr häufig sind zähnige und drahtförmige Gestalten, dünnere oder dickere Platten, oder ganz unregelmäßig geformte Klumpen.

Das Kupfer ist ein geschmeidiges und dehnbares Metall, hat haligen Bruch, ungefähr Kalkspathärte, Gewicht 8,5—8,9, Metallglanz auf frischen Bruchflächen, rothe, auf der Oberfläche bräunliche Farbe und rothen, glänzenden Strich. Es ist schmelzbar und löst sich in Salpetersäure.

In den größten Massen und gleichzeitig in schönen Krystallen kommt das Kupfer am Lake superior in Nordamerika vor (man hat dort Platten von 1600 Ctr. Gewicht gefunden), ebenso bei Adelaide in Australien; ferner am Ural, zu Rheinbreitenbach, bei Zwickau in Sachsen, in Cornwall u. s. w.

Die vielfache Verwendung des Kupfers zu Münzen, Geräthschaften, Schiffsbeschlägen, Legirungen u. s. w. ist bekannt.

78. Rothkupfererz.

Tesserale Krystallform, vorherrschend Octaeder, Octaeder mit Rhombendodekaeder (Taf. 1, Fig. 18) oder Triakisoctaeder, seltener Heraeder, die in der Richtung einer Achse nadelförmig verlängert sind. Die Krystalle sind einzeln oder gruppirt aufgewachsen, häufig körnige oder faserige Aggregate. Die Spaltbarkeit ist octaedrisch und vollkommen, die Härte 4, das Gewicht 6; der Glanz lebhaft diamantartig bis metallisirend, die Farbe lichter oder dunkler roth, manchmal in dunkel stahlgrau übergehend, der Strich bräunlichroth. Das Mineral besteht aus Kupferoxydul mit circa 90 Proc. Kupfer; es ist leicht reducirbar, ertheilt der Flamme eine schöne grüne Färbung und löst sich in Säuren.

Das Rothkupfererz kommt sehr häufig auf Kupfererzlagerstätten und zwar in der Regel mit gediegenem Kupfer zusammen vor, welches dann den Kern der Krystalle zu bilden pflegt; so zu Dillenburg in Nassau, Rheinbreitenbach, Goslar am Harz, Chessy bei Lyon (die Krystalle mit einer Haut von Malachit überzogen oder ganz in diesen umgewandelt), Cornwall, im Banat, am Ural, in Peru, Chile u. s. f. Es wird auf Kupfer verschmolzen.

79. Malachit.

Die klinorhombischen, nadelförmigen Krystalle sind äußerst selten; meist finden sich kugelförmige, nierenförmige und traubige Formen mit glatter Oberfläche und faseriger, selten dichter Structur, oder auch erdige Partien, Ueberzüge und Anflüge.

Der Malachit ist nach einer Richtung vollkommen spaltbar und in dünnen Blättchen etwas biegsam, er hat Flußspathärte, Gewicht 3,8—4, auf Krystallflächen Glasglanz, auf Spaltungsflächen Perlmutter-, in faserigen Aggregaten Seidenglanz. Er ist schön smaragdgrün bis grasgrün gefärbt, oft wechseln lichtere und dunklere Farben in streifigen oder wolkigen Zeichnungen; der Strich ist lichter grün. Er besteht aus basischem wasserhaltigen kohlensauren Kupferoxyd mit 58 Proc. Kupfer; er ist leicht schmelzbar und reducirbar und löst sich unter Aufbrausen in Säuren.

Er kommt mit andern Kupfererzen auf Gängen und Lagern vor; Chessy bei Lyon (Pseudomorphosen nach Rothkupfererz und Kupferlasur), viele Orte am Ural und am Altai sind die berühmtesten Fundorte.

Man benutzt den Malachit nicht nur als Kupfererz, sondern auch, wegen seiner prachtvollen Farbenzeichnungen, zur Anfertigung von allerlei Schmuckgegenständen, Ornamenten und Geräthschaften. Die russischen Fabrikate der Art genießen einen großen Ruf.

80. Kupferlasur.

Die monoklinischen Krystalle werden durch das Prisma, die Basis und die pyramide gebildet, zu denen sich jedoch Zahl anderer untergeordneter Formen

Die oft fast kubisch erscheinenden der Regel zu ringsum ausgebildeten, oder kugeligen und knolligen Gestalten ausgezeichnet sind die hohlen Kugeln außen und innen mit den prachtvollsten gekleidet sind. Seltener sind körnige erdige Anflüge. Die Individuen sind nur zum Theil in Malachit umgewandelt.

Härte 4, Gewicht 3,8, Glasglanz, und lichtblauer Strich. Die Kupferlasur denselben Stoffen wie der Malachit, Verhältnissen; sie enthält 56 Proc. Kupfer.

Sie kommt nicht gar zu häufig mit erzen vor; am schönsten zu Chessy, am zu Moldawa im Banat und in Cornwall fur von Saalfeld in Thüringen.

81. Atakamit.

Die rhombischen Krystalle sind, sehr des Aragonits, von Prisma, Brachypinakoid doma begrenzt und säulenförmig ausgebildete nige und stengelige Aggregate, nierenförmige oder loser Sand. Das Mineral hat Kalkspathwicht 3,7, Glasglanz, dunkelgrüne Farbe grünen Strich. Es besteht aus basischem Chlorkupfer (mit 59 Proc. Kupfer), ist bar und reducirbar, ertheilt der Flamme Färbung und löst sich in Säuren.

An der Westküste Südamerikas, im und nördlichen Chile kommt dieses Erz Massen vor, daß es zur Verhüttung nach schifft werden kann. Als Seltenheit zu in Sachsen.

82. Kupferglanz.

Der Kupferglanz krystallisirt in rhombisch außerordentlich hexagonalartigen Tafeln, Prisma und Brachypinakoid begrenzt, zu noch Pyramide und Brachydoma gesellen Basis stets nach einer Richtung gestreift, gonalen Krystallen nicht vorkommen derben, knolligen oder plattenförmigen ter, seltener körniger Beschaffenheit.

Das Mineral hat nahezu Kalkspathärte, ist etwas geschmeidig, wenig glänzend, oft mit bläulichem Schimmer, und hat Es ist Halbschwefelkupfer mit 79 Proc. Kupfer hält es mitunter etwas Eisen oder Silber durch in den isomorphen Silberkupferglanz Mineral, über.

Der Kupferglanz kommt auf Lagern und andern Kupfererzen zusammen vor; so hübel in Sachsen, zu Mansfeld, zu Kupferberg besonders schön zu Redruth in Cornwall Connecticut. Er ist ein sehr werthvolles

83. Kupferkies.

Tetragonal, mit sphenoedrischer Hemiedrie figste Form ist die Combination der beiden welche in ihren Winkeln dem Octaeder die Flächen der zwei Gestalten sind stets schaffen. Außerdem noch andere, und Zwillinge. Der größte Theil des det sich in derben oder eingesprengten

4,2, lebhafter Metallglanz, messinggelbe angelaufen, und schwarzer Strich. Der ht aus Schwefelkupfer und Schwefeleisen upfer; er gibt auf Kohle schweflige Säure icht; er löst sich in Königswasser unter dung.

ies ist das häufigste und somit auch wich- ; von Fundorten mögen nur genannt erg, Mansfeld, Goslar und Lauterberg nburg, Cornwall und Falun in Schweden.

84. Buntkupferkies.

en, hexaedrischen Krystalle sind äußerst neral findet sich fast nur eingesprengt oder ssen; es ist mild, hat Kalkspathärte, Ge- egelbe bis lichtkupferrothe Farbe, die aber rischen Bruchflächen zum Vorschein kommt, pferkies äußerst schnell blau und roth an- Strichpulver ist schwarz. Der Buntkupfer- eselben Stoffe wie der Kupferkies, jedoch variabeln Verhältnissen, sodaß der Kupfer n 56 und 71 Proc. schwankt. Chemisch wie Kupferkies.

ich nicht zu häufig, meist in Gesellschaft es, auf Erzlagerstätten und wird mit jenem erschmolzen.

85. Fahlerz.

erz krystallisirt tesseral, und zwar ausge- edrisch, sodaß es von keinem Mineral an nd Mannichfaltigkeit tetraedrischer Combi- eicht wird. Die in Taf. 1, Fig. 25, und 36 abgebildeten und schon früher be- nfachen und zusammengesetzten Formen ge- lich dem Fahlerz an, und die Zahl der könnte mit Leichtigkeit noch um ein Be- ermehrt werden.

aufgewachsenen, zu Gruppen und Drusen krystallen kommt das Fahlerz auch derb und vor. Es hat unebenen Bruch von sehr her körniger Beschaffenheit, Kalkspathärte, des specifisches Gewicht (4,4—5,6), es hat tallglanz, stahlgraue bis eisenschwarze Farbe en Strich, der bei manchen Arten in dunkel- ergeht.

ische Zusammensetzung ist außerordentlich daher auch die Differenzen im specifischen daß man zunächst zwei Varietätengruppen muß, je nachdem die Fahlerze Schwefel- ntles Fahlerz) oder Schwefelarsen (helles halten. Diese Substanzen sind mit Halb- r und andern Schwefelmetallen verbunden, besonders Eisen, Zink, Quecksilber und Sil- en sind. Der Gehalt an Silber steigt in den Fahlerzen bis zu 10 Proc., in dem Silberfahl- ißgültigerz sogar bis zu 32 Proc. Dies ahres Silbererz, doch möge es wegen seiner bereinstimmung mit den echten Fahlerzen mit erwähnt werden. Die Fahlerze sind zbar und werden von Salpetersäure unter von Schwefel und Antimonoxyd, resp. arse- e zersetzt.

hlerz kommt mit andern Kupfererzen (die icht selten mit einer Haut von Kupferkies auf Gängen vor, so am Harz, in der Ge- Freiberg, zu Saalfeld in Thüringen, Dillen- lassau, Schwaz in Tirol, Herrengrund in Das Weißgültigerz bei Freiberg und Wolsach etzungsproduct der schwefelkupferhaltigen Kiese ist der Kupfervitriol (wasserhaltiges schwefelsaures Kupferoxyd), der in ähnlicher Weise wie der Eisenvitriol und durch ihn verunreinigt vorkommt. Künstliche Krystalle sind trikliniſch; sie zeigen die Taf. 2, Fig. 57 abgebildete Form.

6. Familie. Blei.

Das Blei kommt nie gediegen, sondern nur in vererztem Zustande, in mannichfachen geschwefelten oder oxydischen Verbindungen vor.

86. Bleiglanz.

Tesserale Krystallform, mit vorwaltend hexaedrischem, selteuer octaedrischem Formentypus. Die auf Taf. 1, Fig. 5, 6, 13, 14, 15, 17—20 abgebildeten Gestalten gehören sämmtlich dem Bleiglanz an. Die Flächen sind oft rauh oder gekrümmt, die Krystalle nicht selten monströs ausgebildet. Die Individuen sind meist in Gruppen aufgewachsen, seltener eingewachsen; es kommen traubige, nierenförmige, angeflogene Partien, hauptsächlich aber grob- und feinkörnige bis dichte Aggregate vor. Die Spaltbarkeit ist sehr vollkommen hexaedrisch; bei leichtem Hammerschlage schon zerspringen die Krystalle in lauter kleine Hexaeder; Härte $2^1/_2$, Gewicht 7,5, die Farbe ist bleigrau mit einem Stich ins Röthliche, der Strich schwarz, der Glanz sehr lebhaft metallisch.

Der Bleiglanz ist Schwefelblei mit 86 Proc. Blei, häufig enthält er eine kleine Menge Silber, die, wenn sie auch in der Regel nicht mehr als 0,1—0,2 Proc. beträgt, doch leicht und mit Gewinn abzuscheiden ist. Auf Kohle gibt er schweflige Säure und hinterläßt zuletzt ein geschmolzenes Metallkorn; in Säuren löslich unter Abscheidung von Schwefel.

Es ist ein auf Lagern und Gängen äußerst verbreitetes Mineral, das wichtigste Bleierz. Der freiberger, harzer, sardinische und englische Bleibergbau beruht hauptsächlich auf seinem Vorkommen, den Hauptwerth erlangt er aber, wie gesagt, durch das in ihm enthaltene Silber.

Interessant ist das Knotenerz von Kommern in der Eifel, ein mit Bleiglanz imprägnirter Sandstein.

87. Bournonit.

Die rhombischen Krystalle besitzen dicktafelartigen Habitus und sind von Basis, Makro- und Brachypinakoid, Prisma, Makro- und Brachydoma begrenzt. Zwillinge und Vielling (Zwillingsebene eine Prismafläche) sind sehr häufig; sonst derbe, körnige Massen, eingesprengte und angeflogene Partien. Der Bruch ist muschelig, Härte $2^1/_2$, Gewicht 5,8; das Mineral hat starken Metallglanz, eisenschwarze Farbe und schwarzen Strich.

Der Bournonit besteht aus Schwefelantimon verbunden mit Schwefelblei und Halbschwefelkupfer; er enthält 42 Proc. Blei und 13 Proc. Kupfer. Beim Schmelzen auf Kohle gibt er einen gelben Bleibeschlag und mit Soda ein Kupferkorn; von Salpetersäure wird er zersetzt.

Auf den Erzgängen von Kapnik in Ungarn, Przibram in Böhmen, Freiberg, Neudorf und andern Orten am Harz.

Der Bournonit kann auf Kupfer und Blei benutzt werden.

88. Weißbleierz (Cerussit).

Das Weißbleierz krystallisirt rhombisch und ist dem Aragonit isomorph. Die Krystalle erscheinen theils als sechsseitige Pyramiden (Combination der Pyramide mit einem Brachydoma von nahezu gleichem Kantenwinkel), theils horizontal säulenförmig (Taf. 2, Fig. 36), in verwickelten, von mehrern Brachydomen, dem Brachypinakoid, der Pyramide, mehrern Prismen und einem Makrodoma gebildeten Combinationen. Sehr häufig

Durchkreuzungszwillinge nach dem Aragonitgesetz. Der Cerussit kommt meist in einzeln oder gruppirt aufgewachsenen Krystallen, seltener in feinkörnigen bis erdigen Aggregaten (Bleierde) vor.

Das Mineral hat muscheligen Bruch, Kalkspathhärte, Gewicht 6,5, ist spröde, diamantglänzend, wasserhell, meist weiß, grau bis braun, sogar schwarz gefärbt (letzteres wol infolge einer beginnenden Bildung von Schwefelblei). Der Cerussit besteht aus kohlensaurem Bleioxyd mit 83 Proc. Bleioxyd; er reducirt sich auf Kohle leicht zu metallischem Blei und löst sich in Salpetersäure unter Aufbrausen.

Häufig auf Erzgängen, so bei Mies und Przibram in Böhmen, bei Zellerfeld und Klausthal am Harz, Braubach in Nassau, Leadhills in Schottland.

Der Cerussit wird auf Blei verarbeitet.

89. Vitriolblei (Anglesit).

Die rhombischen Krystalle besitzen die Form des isomorphen Schwerspats. Sie sind meist klein und flächenreich und sehr oft in Drusen von Bleiglanz aufgewachsen, der das Material zu ihrer Bildung geliefert hat.

Die prismatische und basische Spaltbarkeit ist nicht so vollkommen, wie die des Schwerspats, der Bruch ist muschelig, die Härte 3, das Gewicht 6,3. Die stark diamantglänzenden Individuen sind oft vollständig durchsichtig und wasserhell, doch auch grau und braun gefärbt.

Das Vitriolblei ist, analog dem Schwerspat, schwefelsaures Bleioxyd mit 73,5 Proc. Bleioxyd, es ist schmelzbar, in Säuren schwer löslich.

Die schönsten Krystalle finden sich auf den Bleierzgängen von Iglesias und Monte Poni auf Sardinien, sodann von Zellerfeld am Harz, Leadhills in Schottland, Insel Anglesea, Phönixville in Pennsylvanien.

90. Pyromorphit (Buntbleierz).

Der Pyromorphit ist dem Apatit isomorph, krystallisirt also hexagonal, hauptsächlich in säulenförmigen Krystallen von der Form Taf. 2, Fig. 10. Die Individuen erscheinen oft bauchig und faßförmig, sie sind zu Drusen vereinigt oder stengelig durcheinandergewachsen, auch gibt es nierenförmige, traubige und derbe Aggregate. Sie sind nicht selten mehr oder weniger vollständig in Bleiglanz pseudomorphosirt, während umgekehrt auch Pseudomorphosen von Pyromorphit nach Bleiglanz bekannt sind.

Das Mineral hat kleinmuscheligen Bruch, Flußspathärte, Gewicht 6,9—7,0, Fettglanz und grüne oder braune, seltener gelbe Farbe.

Der Pyromorphit besteht aus phosphorsaurem Bleioxyd und Chlorblei, wobei oft etwas Phosphorsäure durch Arsensäure, ein Theil des Bleioxyds durch Kalkerde vertreten wird. Er ist leicht schmelzbar und in Salpetersäure löslich.

Die schönsten, oft bouquetförmig gruppirten Krystalle von Braubach am Rhein; sonst von Freiberg und Zschopau in Sachsen, von Zellerfeld, Przibram, überhaupt von Bleierzgängen, besonders in obern Teufen.

Der Mimetesit ist ein dem Pyromorphit isomorphes Bleierz von honiggelber Farbe, welches an Stelle der Phosphorsäure Arsensäure enthält. Johanngeorgenstadt im Erzgebirge.

7. Familie. Silber.

91. Gediegen Silber.

Das Silber krystallisirt tesseral in der Form des Hexaeders oder des Hexaeders mit Octaeder; die Krystalle sind nie groß, oft monströs und zu allerlei treppenförmigen, baumartigen oder gestrickten Gestalten (Taf. 3, Fig. 10) gruppirt. Sehr häufig [illegible] nig (Taf. 3, Fig. 11), moosartig, [illegible] förmig, blech- oder plattenförmig, [illegible] eingesprengt auf. Das Silber [illegible] digen Metalle, haligen Bruch, es [illegible] bar, besitzt Gyps- bis Kalkspathärte, Metallglanz und silberweiße Farbe, [illegible] nicht selten angelaufen. Es enthält [illegible] stanzen, am häufigsten kleine Mengen [illegible] es ist leicht schmelzbar und in Sä[illegible]

Die schönsten Krystalle kommen [illegible] von Kongsberg in Norwegen vor; [illegible] den Gängen von Freiberg, Schneeberg, [illegible] ten im Erzgebirge, in Mexico, Chile, [illegible] formen und den nordwestlichen Staaten [illegible] am Lake superior mit Kupfer innig [illegible]

Das güldische Silber von [illegible] liche Farbe ausgezeichnet, enthält [illegible]

92. Amalgam.

Die tesseralen Krystalle sind meist [illegible] bildet und zeigen sehr vielflächige [illegible] Rhombendodekaeders mit Ikositetra[illegible] octaeder; auch derb und angeflogen. [illegible] hat Kalkspathärte, Gewicht 13,7—14,[illegible] Farbe. Es besteht aus Silber und Q[illegible] wechselnden Proportionen, sodaß der [illegible] schen 26 und 63 Proc. schwankt. Beim [illegible] Quecksilberdämpfe und hinterläßt [illegible] Salpetersäure leicht auflöslich.

Das Amalgam kommt auf Quecksi[illegible] bei Moschellandsberg in Rheinbaiern [illegible] sirt) und bei Almaden in Spanien [illegible]

93. Silberglanz (Glas[illegible])

Den tesseralen Combinationen [illegible] Octaeder, Rhombendodekaeder oder [illegible] Grunde; sie sind meist monströs, krum[illegible] bogen ausgebildet, zu Gruppen und [illegible] und aufgewachsen; ferner kommt der [illegible] stridt, zähnig, drahtförmig oder haarförmig, [illegible] derben Massen vor. Er besitzt haligen [illegible] Bruch, Geschmeidigkeit, Gipshärte, Gewicht [illegible] Metallglanz, schwärzlich bleigraue Farbe [illegible] Strich.

Der Silberglanz ist Schwefelsilber mit [illegible] er ist auf Kohle schmelzbar und hinterlässt [illegible] korn, in Salpetersäure unter Schwefelabscheidung [illegible]

Er ist das wichtigste Silbererz und kommt [illegible] den Erzgängen von Freiberg, Schneeberg, [illegible] thal im Erzgebirge, von Schemnitz in Ungarn, [illegible] Kongsberg vor.

94. Melanglanz (Sprödglaserz).

Die rhombischen Krystalle bilden, [illegible] des Kupferglanzes, sechsseitige Tafeln [illegible] oder gruppirt aufgewachsen; auch kommt [illegible] derb und angeflogen vor. Der Melanglanz hat unebenen Bruch, Härte $2^1/_2$, Gewicht [illegible] schwarze Farbe und Strich. Er besteht [illegible] silber und Schwefelantimon mit 68 Proc. [illegible] sehr leicht schmelzbar und in Salpetersäure [illegible]

Er kommt an denselben Orten vor [illegible] glanz.

95. Eugenglanz.

Die hexagonalen Krystalle erscheinen [illegible] dünn-tafelartig ausgebildete Combination [illegible] und Pyramide, wobei die erstere in [illegible] gulär gestreift ist. Das im allgemeinen

it auch derb und eingesprengt vor. Es ist Glashärte, Gewicht 6,1 und eisenschwarze Der Eugenglanz besteht aus Schwefelsilber vefelantimon oder Schwefelarsen; da meist rocent Kupfer in die Mischung eintreten, so der Silbergehalt zwischen 64 und 72 Proc. Er ich chemisch wie Melanglanz, in dessen Gesell- auch meist vorkommt.

. Rothgültigerz (Silberblende).

Rothgültigerz krystallisirt rhomboedrisch; die en zeigen häufig die Combination von Rhom- nd Deuteroprisma (Taf. 2, Fig. 18), zu welcher ten das trigonal ausgebildete Protoprisma alenoeder (Taf. 2, Fig. 14) treten. Die Kry- ben säulenförmigen oder skalenoedrischen Ha- er manchmal in das Nadelförmige übergeht, einzeln oder büschelförmig gruppirt, ausge- ; häufig derbe Massen, eingesprengte oder an- e Partien. Die rhomboedrische Spaltbarkeit lich vollkommen, die Härte 2, das Gewicht 8, der Glanz lebhaft diamantartig, zum Theil allische übergehend. Der chemischen Zusammen- nach hat man zwei Varietäten zu unterscheiden, ntle oder antimonische Rothgültigerz (Schwefel- nd Schwefelantimon mit 60 Proc. Silber) von ether bis fast bleigrauer Farbe, kirschrothem und geringer Durchsichtigkeit, und das sichte enische Rothgültigerz (Schwefelsilber und Schwefel- mit 65 Proc. Silber) mit cochenillerother Farbe, rothem Strich und größerer Durchsichtigkeit. sind leicht schmelzbar und in Salpetersäure zer- .

se reichen Silbererze finden sich an den beim glanz aufgeführten Orten.

97. Chlorsilber.

sehr kleinen tesseralen und zwar hexaedrischen lle sind sehr selten; meist treppenförmig gruppirt, er derbe oder eingesprengte Partien. Das Chlor- hat muscheligen Bruch; es ist geschmeidig, sehr hat das Gewicht 5,6, geringen Glanz und grau- Farbe. Es enthält 65 Proc. Silber, ist leicht bar, in Säuren nicht, dagegen in Ammoniak leicht .

s Chlorsilber findet sich in obern Teufen auf den ger, johanngeorgenstädter und besonders den nischen Erzgängen.

8. Familie. Gold.

98. Gediegen Gold.

tesseralen Krystalle zeigen am häufigsten das der, Hexaeder, Rhombendodekaeder, ein würfel- hes Ikositetraeder und andere Formen, sie sind klein und infolge von Verzerrungen und Flächen- rungen undeutlich ausgebildet; am häufigsten t das Gold gestrickt, haar-, zahn-, baumförmig, artig, in Blechen und Platten, in mikroskopischen Körnern und Klumpen vor. Der größte bisjetzt nt gewordene Goldklumpen (in Australien ge- n) hatte ein Gewicht von 184 Pfund, also einen 0 von ca. 83000 Thalern. Das Gold hat haligen , Gips- bis Kalkspathärte, Gewicht 15,6—19,4, hr geschmeidig und dehnbar und von goldgelber messinggelber Farbe. Es ist fast nie ganz rein, enthält es einige Procent Silber, was auch das ge Gewicht und die lichte Farbe vieler Varietäten t. Es ist schmelzbar und löst sich in Salpetersalzsäure.

Das Gold findet sich zunächst auf Gängen, Lagern oder in Form von Imprägnationszonen am Ural, in Ungarn, Siebenbürgen, bei Salzburg, in Californien, Mexico, Peru und Brasilien, hauptsächlich aber als Waschgold auf secundärer Lagerstätte in Sandablagerungen von Flußthälern, so am Ural, in Californien, in Australien, auf Borneo, an der afrikanischen Küste u. s. w. Auch der Sand des Rheins und mancher anderer deutschen Flüsse ist, wenn auch nur in sehr geringem Grade, goldhaltig.

Da das Gold fast nur metallisch vorkommt, so wird natürlich auch der größte Theil desselben aus dem gediegenen Metall gewonnen.

Das Gold kommt weder mit Sauerstoff, noch mit Schwefel verbunden in der Natur vor, dagegen bildet es, an Tellur, einen seltenen, die Rolle des Schwefels spielenden Stoff, gebunden, zwei Mineralien, das Schrifterz oder Weißtellur, eine Verbindung von Tellurgold mit Tellursilber, und den Nagyagit oder Blättertellur (Tellurgold mit Tellurblei), welche beide zu Nagyag und Offenbanya in Siebenbürgen gefunden werden.

9. Familie. Platin.

99. Gediegen Platin.

Das Platin krystallisirt in Hexaedern, doch findet man es meist nur in losen, viel seltener eingewachsenen Körnern und Klumpen. Es hat hakigen Bruch, Härte 4—5, Gewicht 17—18 (im gehämmerten Zustande über 21), es ist geschmeidig und von lichtgrauer Farbe. Es enthält fast stets mehrere Procent Eisen (im Eisenplatin bis zu 19 Proc.), ist äußerst strengflüssig und in Salpetersalzsäure auflöslich.

Das Platin findet sich auf secundärer Lagerstätte im Sande der uralischen Flußthäler (dort auch im Serpentin eingewachsen), in Neugranada, Brasilien und Californien.

Das Platinmetall, welches nur aus dem gediegenen Platin gewonnen wird, ist ein feiner Strengflüssigkeit und Unveränderlichkeit wegen unersetzbares Material für viele chemische Geräthschaften.

10. Familie. Quecksilber.

100. Gediegen Quecksilber.

Das Quecksilber ist in gewöhnlicher Temperatur flüssig; es erstarrt erst bei — 40° C. und krystallisirt dann tesseral. Es hat das Gewicht 13,5, zinnweiße Farbe und starken Metallglanz. Vor dem Löthrohr verdampft es vollständig.

Es findet sich in Drusenräumen von Gängen oder in Gesteinshöhlungen zu Idria in Krain, Moschellandsberg in der Pfalz, Almaden in Spanien, Nenalmaden in Californien.

101. Zinnober.

Die rhomboedrischen Krystalle bilden meist eine dicktafelartig ausgebildete Combination von Basis, Prisma und mehrern Rhomboedern derselben Richtung. Sie sind zu Gruppen vereinigt und im allgemeinen selten; viel häufiger kommt das Mineral derb, eingesprengt und angeflogen vor. Es ist deutlich prismatisch spaltbar, hat Gipshärte, Gewicht 8,1, Diamantglanz, cochenillerothe Farbe und scharlachrothen Strich. Es besteht aus Schwefelquecksilber mit 86 Proc. Quecksilber, ist leicht sublimirbar und in Salpetersäure auflöslich.

Es kommt an denselben Orten, aber in viel größerer Menge vor, als das gediegene Quecksilber, und liefert das Hauptmaterial zur Darstellung dieses Metalls. Auch wird der Zinnober direct als Farbe angewendet.

11. Familie. Zinn.

102. Zinnerz.

Das Zinnerz krystallisirt tetragonal; eine sehr häufige Combination ist die von Pyramide und Prisma (Taf. 1, Fig. 53), oft mit Deuteropyramide und Deuteroprisma. Nicht selten treten auch ditetragonale Pyramiden auf. Sehr frequent sind Zwillinge nach dem Gesetz: Drehungsachse senkrecht auf einer Fläche der Deuteropyramide (Taf. 1, Fig. 56). Die kurzsäulenförmigen oder pyramidalen Krystalle sind ein- oder gruppirt aufgewachsen; ferner finden sich derbe körnige oder feinfaserige Aggregate (Holzzinn) oder eingesprengte Körner (oft mikroskopisch klein), stumpfeckige Stücken und lose Geschiebe. Interessant sind die Pseudomorphosen nach Orthoklas.

Die Spaltbarkeit nach beiden Prismen ist unvollkommen, Härte $6^1/_2$, das Gewicht 6,9; der Glanz ist diamant- oder fettartig, die Farbe grau, braun bis schwarz, der Strich weiß. Das Zinnerz ist reines Zinnoxyd (oder Zinnsäure) mit 78 Proc. Zinn; es ist unschmelzbar und in Säuren unveränderlich.

In Krystallen und Imprägnationen von Altenberg, Zinnwald, Graupen, Geyer im Erzgebirge, Cornwall, Pitkäranda in Finland, Bretagne; in Geschieben im Seifengebirge des Erzgebirgs und der Insel Banca, Billiton rc. im südlichen Archipel.

Da das Zinn nur in dieser Form in größerer Menge vorkommt, so ist das Zinnerz für die Gewinnung des Metalls von größter Wichtigkeit.

12. Familie. Molybdän.

103. Molybdänglanz.

Das Mineral kommt in sechsseitigen, tafelartigen Krystallen mit sehr vollkommener basischer Spaltbarkeit oder in schaligen und blätterigen Aggregaten derb oder eingesprengt vor. Es ist äußerst weich, in dünnen Blättchen biegsam, fettig anzufühlen, besitzt das Gewicht 4,7, bleigraue Farbe und starken Metallglanz; der Strich ist auf Papier grau, auf Porzellan grün. Der Molybdänglanz ist Schwefelmolybdän mit 59 Proc. Molybdän, er ist unschmelzbar, in Salpetersäure löslich. Er kommt in Begleitung des Zinnerzes an den oben aufgeführten Orten vor und kann zur Bereitung einer blauen Farbe verwendet werden.

13. Familie. Titan.

104. Rutil.

Der Rutil ist mit dem Zinnerz isomorph, also tetragonal. Die Krystalle sind meist nicht so schön wie bei jenem Mineral und vorwiegend in Form von knieförmig gebogenen Zwillingen und Vierlingen ausgebildet. Die Spaltbarkeit nach Proto- und Deuteroprisma dagegen ist hier vollkommen.

Die Prismenflächen sind in der Regel stark gestreift, die Krystalle aufgewachsen oder langsäulenförmig bis haarförmig in Quarz und Bergkrystall eingewachsen; individualisirte Massen, lose Geschiebe und Körner. Der Rutil hat Feldspathhärte, Gewicht 4,1, hyacinthrothe, gelb- oder rothbraune bis schwarze Farbe und metallisirenden Diamantglanz. Er besteht, analog dem Zinnerz, aus Titansäure, ist unschmelzbar und in Säuren unveränderlich.

Vom St.-Gotthard, Saualpe in Kärnten, Pfitschthal in Tirol, Freiberg in Sachsen, Graves Mount in Georgia u. s. w.

Der Rutil liefert eine, in der Porzellanmalerei angewendete gelbbraune Farbe.

Die Titansäure kommt noch in [illegible] andern seltenen Mineralien vor, [illegible] Diese Mineralien sind der Anatas: [illegible] Pyramiden von schwarzer Farbe, [illegible] (tafelartige rhombische Krystalle von [illegible] Durchscheinenheit).

105. Titanit (Sph[illegible]

Die monoklinischen Krystalle besitzen [illegible] Diejenigen des lichtgrünen Sphen [illegible] nation von Prisma, Basis und [illegible] domen; sie erscheinen kurzsäulenförmig [illegible] Vorherrschen des flachen Orthodoma [illegible] Combinationen des gelben und braunen [illegible] sind von der Basis, dem steilen [illegible] groß ausgedehnten, zwischen jenen [illegible] vordern Hemipyramide begrenzt, [illegible] gleich vertical zu stellende Flächen [illegible] doch scheinbar säulenförmig ausgebi[illegible] krystalle (häufig Durchkreuzungs[illegible] oder eingewachsen, die des Titanits [illegible] auch finden sich schalige Aggregate. [illegible] Apatithärte, Gewicht 3,5 und Glas[illegible] ist oft durchsichtig.

Der Titanit besteht aus titansaurer [illegible] Kalkerde, er ist an den Kanten [illegible] von Schwefelsäure zersetzt. Schöne [illegible] St.-Gotthard und andern Punkten [illegible] die kleinen Titanite sind besonders [illegible] Phonolith sehr verbreitet. Schöne [illegible] mitunter als Schmuckstein geschliffen.

14. Familie. Wolfram.

106. Wolframit.

Die rhombischen Krystalle zeigen [illegible] Makropinakoids, und mehrerer [illegible] Makrodoma und Pyramiden und [illegible] kleinen Habitus, da die letztern [illegible] nur mit der Hälfte ihrer Flächen [illegible] Häufig Zwillingskrystalle, welche nach [illegible] nalen Flächenpaar verwachsen sind. [illegible] förmigen Krystalle sind eingewachsen. [illegible] schalige und stengelige Aggregate. [illegible] nach dem Brachypinakoid, welches [illegible] nicht vorkommt, vollkommen spaltbar. [illegible] Gewicht 7,5, metallartigen Diamant[illegible] Farbe und braunen Strich.

Der Wolframit besteht aus wolf[illegible] oxydul und Manganoxydul, er ist [illegible] schmelzbar und in Salzsäure, unter [illegible] gelben Pulvers (Wolframsäure) zer[illegible] fast regelmäßiger Begleiter des Zinn[illegible] Lagerstätten von Altenberg, Zinnwald [illegible] dorf und andern Orten des Erzgebirgs.

Man verwendet den Wolframit [illegible] Wolframstahls.

107. Scheelit.

Der Scheelit krystallisirt tetragonal [illegible] sächlich in Pyramiden oder in [illegible] Protopyramide mit einer steilern [illegible] Die Krystalle sind einzeln oder zu [illegible] vereinigt aufgewachsen; selten [illegible] derb vor. Es ist nach einer Dop[illegible] deutlich spaltbar, es hat Fluß[illegible] Gewicht 6, Fettglanz und ist meist [illegible] braun gefärbt. Der Scheelit besteht [illegible] Kalkerde, ist schwer schmelzbar und [illegible] säure zersetzt. Auch dieses Mineral [illegible]

f den erzgebirgischen Zinnerzlagerstätten. Man
zur Darstellung der Wolframsäure benutzt,
s gelbe Farbe Verwendung findet.

15. Familie. Wismut.

108. Gediegen Wismut.

Wismut krystallisirt hexagonal-rhomboëdrisch,
Krystalle selten, meist verzerrt und zu baum-
oder gestrickten Aggregaten vereinigt. Am
kommt das Mineral derb vor.
Wismut ist rhomboëdrisch und basisch spaltbar,
und weich, hat das Gewicht 9,7, röthlich
e Farbe und lebhaften Metallglanz; nicht
es bunt angelaufen. Es ist sehr leicht schmelz-
Kohle gibt es einen citrongelben Beschlag.
det sich, mit Kobalt- und Nickelerzen vergesell-
auf den Erzgängen des obern Erzgebirgs
n für die Darstellung leichtflüssiger Legirungen,
Arzneimittel und der Schminke sehr gesuchtes
Fast alles Wismut wird aus dem gediegenen
ewonnen.
einzige Wismuterz, welches in einiger Menge
t, ist

109. Wismutglanz.

stallisirt in rhombischen, langsäulen- bis nadel-
Krystallen, deren Flächen stark gestreift er-
sonst kommt er noch in faserigen oder körnigen
ten vor. Er ist nach einer Richtung vollkommen
hat Gipshärte, Gewicht 6,6, lichtgraue me-
Farbe und ist gelb angelaufen. Er besteht aus
Wismut, mit 81 Proc. Wismut, ist auf Kohle
melzbar, wobei er einen gelben Beschlag und
allkorn gibt, und löst sich unter Schwefelab-
g in Salzsäure.
mmt mit dem gediegenen Wismut im obern
ge vor.

16. Familie. Antimon.

110. Gediegen Antimon.

allform und Spaltbarkeit sind der des Wismuts
meist findet sich das Mineral eingesprengt oder
en Massen von blätteriger oder feinkörniger
r. Es besitzt Kalkspathärte, Gewicht 6,7, starken
lanz und zinnweiße Farbe.
Antimon ist sehr leicht schmelzbar und flüchtig,
uren wird es zwar oxydirt, aber nicht gelöst.
nent in der Dauphiné, in neuerer Zeit South-
Canada sind Hauptfundorte.

111. Antimonglanz.

frequenteste Form des rhombischen Minerals
Combination von Prisma, Makropinakoid und
de (Taf. 2, Fig. 31); die Krystalle sind stark
gestreift, langsäulen- oder nadelförmig ausge-
und meist zu büschelartigen Gruppen vereinigt.
stengelige, feinfaserige, auch körnige Aggregate.
brachydiagonale Spaltbarkeit ist sehr voll-
, die Spaltungsflächen sind horizontal gestreift.
Mineral hat Gipshärte, Gewicht 4,7, bleigraue
und schwarzen Strich. Es besteht aus Schwefel-
n mit 72 Antimon, ist schon an der Lichtflamme
bar und wird von Salzsäure gelöst.
den Erzgängen von Freiberg, Goldkronach im
gebirge, Neudorf am Harz u. s. f.
Antimon, welches meist aus diesem Mineral
ellt wird, dient zur Fabrikation des Antimon-
Schrot- und Typenmetall) und zu medicinischen
n.

17. Familie. Arsen.

112. Gediegen Arsen.

Das Arsen ist krystallographisch dem Antimon und Wismut sehr verwandt, doch gehören Krystalle zu den größten Seltenheiten, in der Regel findet sich das Mineral nur in feinkörnigen oder dichten, schaligen Aggregaten von nierenförmiger Oberfläche (Scherbenkobalt). Das Arsen ist spröd, besitzt Kalkspathärte, Gewicht 5,7 und licht bleigraue Farbe, die aber nur auf ganz frischem Bruch sichtbar ist, weil das Mineral sehr rasch schwärzlich anläuft. Es ist vor dem Löthrohr flüchtig und entwickelt dabei den charakteristischen, knoblauchartigen Geruch. — Besonders auf den Erzgängen des Erzgebirgs.

113. Realgar.

Das Realgar krystallisirt in monoklinischen, meist sehr flächenreichen Combinationen, von denen eine auf Taf. 2 Fig. 48 abgebildet ist. Die Krystalle sind säulenförmig ausgebildet, einzeln oder gruppirt aufgewachsen, auch kommt das Mineral eingesprengt oder in derben Massen vor. Das Realgar ist nach zwei Richtungen deutlich spaltbar, sehr weich und mild, hat das Gewicht 3,5, diamantartigen Fettglanz, morgenrothe Farbe und pomeranzgelben Strich. Es besteht aus Schwefelarsen mit 70 Proc. Arsen, ist leicht schmelzbar und flüchtig und wird von Salpetersäure zersetzt.
Schöne krystallisirte Varietäten von Kapnik in Ungarn, Felsöbanya in Siebenbürgen und vom Binnenthal in Wallis.
Das rothe Schwefelarsen wird künstlich in großen Mengen dargestellt und findet zu mancherlei technischen Zwecken Verwendung.

114. Auripigment.

Die rhombischen, kurzsäulenförmigen Krystalle sind selten, meist tritt das Mineral in blätterigen, oder breitstengeligen, oder schuppigen Aggregaten von traubiger Oberfläche auf. Es ist nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, die Spaltungsflächen sind gestreift und stark perlmutterglänzend, in dünnen Blättchen ist das Auripigment biegsam. Es ist sehr weich, hat das Gewicht 3,5, citrongelbe Farbe und Strich. Es besteht wie das Realgar aus Schwefelarsen, enthält aber nur 61 Proc. Arsen; es gibt dieselben Reactionen, wie jenes Mineral, mit dem es auch am häufigsten vorkommt.
Das Auripigment wird als Malerfarbe benutzt, aber zu diesem Zwecke meist künstlich dargestellt.

E. Edelsteinkunde.

(Tafel 4.)

Wenn auch schon weiter oben die Edelsteine ihren mineralogischen Eigenschaften nach behandelt worden sind, so läßt es doch das vielseitige Interesse, welches gerade ihnen vor allen andern unorganischen Körpern gewidmet wird, der hohe Werth, den man ihnen beilegt, die vielfache Benutzung, die sie finden, gerechtfertigt erscheinen, dieselben hier nochmals von einem andern Gesichtspunkte aus zu betrachten.
Da ist zunächst zu bemerken, daß im gewöhnlichen Leben der Begriff Edelstein viel weiter gefaßt wird, als es von seiten des Mineralogen geschieht, daß man den eigentlichen Edelsteinen oder Juwelen, welche die oben angeführten charakteristischen Eigenschaften, hohe Härte, Durchsichtigkeit, Farblosigkeit oder schöne Färbungen und Seltenheit des Vorkommens, in besonders hohem Grade besitzen, noch eine große Menge anderer Mineralien anreiht, welche jene Merkmale in

geringerm Maße besitzen und wegen der größern Massenhaftigkeit ihres Vorkommens erst durch die kunstvolle Art der Verarbeitung oder wol auch durch die Mode einen höhern Werth erlangen. Man nennt diese Halbedelsteine, doch ist ein vollkommen scharfer Unterschied zwischen ihnen und den eigentlichen Edelsteinen kaum zu ziehen, und noch viel weniger läßt sich eine bestimmte Scala des Werthes aufstellen, da dieser wesentlich von der Schönheit des einzelnen Exemplars bedingt wird.

Die schätzbaren Eigenschaften der Edelsteine treten am rohen Stück nur in äußerst seltenen Fällen so stark hervor, daß sie sofort verwendet werden könnten, meist bedarf es erst einer besondern Bearbeitung, des Schleifens oder Schneidens, um die Edelsteine zu würdigen Gegenständen des Schmucks umzubilden.

Im Alterthum und bis weit in das Mittelalter hinein, war diese Kunst weniger gepflegt und besonders setzte der Diamant, seiner außerordentlichen Härte wegen, allen Bearbeitungsversuchen unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen; man begnügte sich damals mit dem Poliren der äußern Flächen und faßte die Steine so, daß sie an Schnüre gereiht getragen wurden. Erst gegen den Ausgang des 13. und im 14. Jahrhundert bildeten sich einzelne Steinschneiderzünfte und in der Mitte des 15. Säculums entdeckte Ludwig van Bergues aus Brügge die Kunst, die Diamanten mit ihrem eigenen Pulver zu schleifen. Diese Entdeckung war epochemachend, denn nur mit Hülfe dieses Mittels war und ist es möglich, auch dem härtesten Stein eine beliebige Form, die schönste Politur zu geben, und seit jener Zeit entwickelte sich die Kunst der Diamant- und Steinschleiferei, die besonders in Amsterdam und Paris betrieben wird, zu ihrer jetzigen Höhe und Vollkommenheit.

Der Diamantstaub oder Diamantbort, dessen man zum Schleifen bedarf, wird durch Zerstoßen von schlechten Steinen oder Abfällen in einem kleinen Stahlmörser dargestellt, auch benutzt man den beim Schleifen selbst fallenden Staub, der zu diesem Zwecke stets sorgfältig gesammelt wird, natürlich immer wieder.

Die ganze Arbeit des Diamantschleifens zerfällt in drei Abtheilungen: das Spalten, Schneiden und eigentliche Schleifen oder Poliren.

Das Spalten wird deshalb vorgenommen, um einestheils die spätere Form des Steins schon im voraus allgemein zu bestimmen, theils schadhafte Stellen ohne große Mühe wegzubringen. Man prüftirt von der vollkommenen octaedrischen Spaltbarkeit des Diamants (Fig. 29), doch erfordert die Bestimmung der Richtung, in welcher die Spaltung vorgenommen werden soll, besonders dann, wenn deutliche Krystallflächen fehlen, große Uebung und Geschicklichkeit. Zum Zwecke des Spaltens wird die abzuspaltende Stelle durch Einschneiden mit einem Diamantsplitter vorgezeichnet, der Stein dann in einen Kittstock so weit eingekittet, daß nur jener Theil hervorragt, und dieser darauf durch einen kurzen kräftigen Schlag auf einen feinen, in den Einschnitt gesetzten Meißel abgeschlagen.

Durch das Schneiden werden, wenn auch nicht alle, so doch die wichtigsten Flächen hervorgebracht, und dadurch den Steinen ihre specielle Form ertheilt. Es werden in der Regel zwei Steine gleichzeitig durch Aneinanderreiben über der Schneidebüchse (Fig. 30) bearbeitet. Letztere ist ein oben offenes Kästchen von starkem Holz, welches mit einem Einsatz von Messingblech versehen ist. Dieser ist nicht ganz so tief, als die Schneidebüchse und in seinem Boden sein durchlöchert, sodaß der entstehende Diamantstaub, ohne verunreinigt zu werden, in dem Zwischenraum zwischen dem Einsatz und dem Kästchen aufgesammelt werden kann. Die beiden Steine werden in zwei Kittstöcke, mit Hülfe von Kitt oder Schnellloth eingesetzt, was mit besonderer Vorsicht geschehen muß, damit man nach wirklich die Flächen erhält, die man hervorgebracht zu sehen wünscht. Die Kittstöcke werden dann gegen zwei verticale Stahlstifte gestemmt, welche an den Langseiten des Kastens angebracht sind, und dann so lange kräftig in rotirender Bewegung gegeneinander gerieben, bis die hervorzubringenden Flächen eben und von gehöriger Größe erscheinen. Die Diamanten werden dann aus den Kittstöcken herausgenommen, in anderer Lage wieder eingesetzt und damit so lange fortgefahren, bis alle Flächen vorhanden sind. Diese erscheinen aber noch matt und ohne Glanz, und um diesen hervorzurufen, nimmt man endlich noch die Arbeit des Polirens vor. Diese erfolgt auf horizontalen Drehscheiben (Fig. 31) von weichem Stahl, welche mit Hülfe der Maschinenkraft, seltner durch Menschenhände in sehr rasche Rotation versetzt werden können. Den Drehscheiben ertheilt man vorher durch Streichen mit Bleistreifen eine etwas rauhe, gekerbte Oberfläche, damit der Diamantstaub, der mit seinem Oel darauf gestrichen wird, besser haftet und von diesem immerhin festhaftenden Material nichts verloren geht. Die Steine werden in passender Stellung in der sog. Doppe, einer kleinen messingnen Messingbüchse mit Schlagloth, festgekittet (Fig. 32) und diese beim Schleifen fest gegen die Scheibe angedrückt. Auf diese Weise werden nicht nur die größern, durch das Schneiden schon erhaltenen Flächen poliert, sondern auch die kleinern, noch fehlenden Facetten, angeschliffen.

Die Schliffformen der Diamanten und mit ihnen der übrigen Edelsteine sind verschieden und richten sich theils nach der ursprünglichen Gestalt des Steins, die für die Wahl der Schliffform schon deshalb stets bis zu einem gewissen Grade maßgebend sein wird, weil man so wenig wie möglich Material durch den Schnitt einzubüßen wünscht, ferner nach der Schönheit der Farbe und Durchsichtigkeit des Steins, und endlich nach dem Geldaufwand, den man an das Schleifen wenden will.

An den meisten geschliffenen Steinen unterscheidet man den Oberthell oder Pavillon, den Unterthell oder Culasse und die Rundiste oder den Gürtel, der breiteste und gleichzeitig derjenige Theil des Steins, an welchem er in der Fassung befestigt wird. Manchen Formen giebt der Unterthell ab.

Von größter Wichtigkeit ist die Dicke der Steine und das Höhenverhältniß zwischen Oberthell und Unterthell, weil darauf die größere oder geringere Durchsichtigkeit und Lichtbrechung, der Farbenglanz des fertigen Stücks beruht. Jenes Höhenverhältniß ist für wasserhelle und schön gefärbte, durchsichtige Steine ein fest bestimmtes und zwar derart, daß das Oberthell ein Drittel, das Unterthell zwei Drittel der Steinhöhe einnimmt.

Die wesentlichsten Schnittformen sind die folgenden:

1) Der Brillantschnitt, der werthvollste und schönste von allen, weil er am mühsamsten herzustellen ist, den größten Materialverlust herbeiführt, und weil er die glänzendsten Eigenschaften der Edelsteine am meisten hervortreten läßt (Fig. 16—19). Die reinste und vollkommenste Brillantform hat der dreifache Brillant (Fig. 16 a, b, c; a. Ansicht von oben, b. Ansicht von unten, c. Seitenansicht), dessen Oberthell von einer horizontalen Fläche und drei- und vierseitigen Facetten, dessen Unterthell von einer kleinen horizontalen Fläche und zwei Reihen vier- und fünfseitiger Facetten begrenzt ist. Andere Formen des Brillantschnitts, die man besonders bei unregelmäßigen

estaltung des rohen Steins wählt, sind der ovale (Fig. 17 a, b), der birnförmige (Fig. 18 a, b) und der sternförmige Schnitt (Fig. 19).

2) Der Rosettenschnitt. Den Rosetten fehlt der Untertheil, sie sind nach unten von einer geraden Fläche begrenzt, während der Obertheil kegelförmige Gestalt besitzt, und von mehrern Reihen regelmäßiger dreieckiger Flächen gebildet wird (Fig. 20 a, b).

3) Der Tafelschnitt (Fig. 21 a. b) wird bei Steinen von geringer Dicke oder bei abgesplatteten Stücken, im allgemeinen bei minder werthvollen Exemplaren angewendet.

4) Der Treppenschnitt (Fig. 22 u. 23). Der Obertheil erhält eine große horizontale Fläche, ein Viered oder Achteck, und zwei Reihen vierseitiger Facetten, der Untertheil, ebenfalls von vierseitigen Flächen begrenzt, endigt in eine Spitze.

5) Der Schnitt mit doppelten Facetten (Fig. 24 a, b) ist gewissermaßen eine Combination des Brillant- und Treppenschnitts. Das Obertheil wird mit der Tafel und zwei Reihen dreiseitiger, abwechselnd gestellter Facetten, das Untertheil mit vielen Reihen vierseitiger Facetten ausgestattet.

6) Der muglige Schnitt endlich kommt nur selten bei wirklichen Schmucksteinen vor; der Stein wird oben gewölbt und unten horizontal geschliffen (Fig. 25 a, b), die Wölbung wol auch mit mehrern Reihen von Facetten versehen (Fig. 26).

Das Schleifen der übrigen Edelsteine erfolgt in ähnlicher Weise wie das des Diamants, nur mit dem Unterschiede, daß man zuerst mit einem möglichst harten Schleifmittel (Diamantbort oder Smirgel) den Stein vollständig fertig schneidet, und mit einem Polirmittel, welches seine Härte möglichst wenig übertrifft, glatt polirt, durch welche Theilung der Arbeit man außerordentlich an Zeit erspart.

Die Großsteinschleiferei oder die Bearbeitung von Steinen zum Zwecke der Anfertigung größerer Geräthschaften, erfordert natürlich andere Hülfsmittel; an die Stelle der kleinen metallenen Schleifscheiben treten große Mühlsteine, welche aus einem sehr festen homogenen Sandstein angefertigt, an einer horizontalen Welle angebracht und durch darauf fließendes Wasser stets feucht gehalten werden. Die Arbeiter liegen auf einem ausgehöhlten langen Holzschemel fast horizontal vor der Schleifmaschine, die Füße gegen Holzpflöcke gestemmt, und drücken die Steine entweder mit der bloßen Hand oder mit Holzstücken sehr kräftig gegen den schnell rotirenden Schleifstein und sind so im Stande, den Fortgang des Schliffs stets mit den Augen zu verfolgen und durch passendes Drehen des zu bearbeitenden Steins diesem die gewünschte Gestalt zu geben (Fig. 6). Auf diese Weise wird die Achatschleiferei in der Gegend von Oberstein betrieben, wo allein gegen 200 Schleifmühlen im Gange sind. Das Vertieftschleifen erfolgt mit Hülfe kleinerer Schleifsteine, deren Gestalt der zu bewirkenden Aushöhlung entspricht, das Poliren auf Blei- oder Zinnscheiben mit dem Wasser angerührten Bolus.

Die geschliffenen Edelsteine werden sehr häufig noch weiter bearbeitet, indem man auf ihnen Schriftzüge, Figuren u. dgl. vertieft oder erhaben (in Relief) ausarbeitet. Derartige Steine werden Gemmen genannt, und zwar bezeichnet man jene, welche vertiefte Figuren enthalten, als Intaglien, solche mit erhabenen Bildwerken als Cameen, die Arbeit selbst aber als Graviren oder Steinschneiden im engern Sinne.

Die Kunst des Gravirens ist außerordentlich alt, wie das schon daraus hervorgeht, daß der Gebrauch der Siegelringe bis in das früheste Alterthum hinaufreicht; besonders aber besaßen die beiden größten Culturvölker der alten Welt, Griechen und Römer, eine außerordentliche Geschicklichkeit und den feinsten Geschmack in der Bearbeitung der Gemmen; diese, von denen sich viele bis jetzt erhalten haben und bei den Ausgrabungen noch immer zu Tage gefördert werden, tragen oft die zierlichsten, gruppenreichsten Bildwerke (Fig. 36 Camee mit dem Raub der Europa, Fig. 37 Intaglie mit einem weiblichen Brustbild).

Während zum Graviren von Schriftzügen, zur Herstellung von Ringsteinen, alle Sorten von Edelsteinen oder Halbedelsteinen mit Ausnahme des Diamants benutzt werden, wendet man zur Herstellung der eigentlichen Gemmen mit Vorliebe nur eine gewisse Klasse der Achate an, solche, welche aus feinen, parallelen Lagen von sehr verschiedener Färbung bestehen; am beliebtesten sind die Onyxe, welche abwechselnd schwarze und weiße Lagen zeigen (Fig. 5). Die Bearbeitung dieser Onyxe erfolgt nun in der Weise, daß man das Bildwerk in der einen Schicht derart ausarbeitet, sodaß die zweite anders gefärbte als Grund erscheint, von dem sich dann das erstere um so schöner abhebt.

Noch geschätzter sind diejenigen Exemplare, welche Lagen von mehr als zwei Farben besitzen, bei denen man also einzelne Theile des Bildwerks, z. B. die Gewandung, mit besonderer Färbung ausarbeiten kann. Es mag nebenbei bemerkt werden, daß es auch künstliche Mittel gibt, um die verschiedene Färbung einzelner Lagen hervorzurufen oder die Farbendifferenz zu erhöhen; dahin gehört besonders das Sieden in Oel.

Die Arbeit des Gravirens wird auf einer Drehbank vorgenommen (Fig. 34), in deren Spindel man sog. Graviszeiger (Fig. 35 a, b) einsetzt, die je nach der Form des arbeitenden Theils und nach ihrer Größe äußerst mannichfaltig sind; indem man dann den zu gravirenden Stein fest gegen den Zeiger drückt, oder in bestimmter Richtung langsam an ihm vorüberführt, kann man nach und nach das gewünschte Relief oder die verlangte vertiefte Zeichnung aus ihm herausarbeiten. Weiter auf die Details dieser ebenso interessanten als mühevollen Arbeiten einzugehen, verbietet uns der knapp zugemessene Raum.

Die für die Gewichtsbestimmung der Edelsteine allgemein angenommene Gewichtseinheit ist das Karat, welches aber nicht an allen Orten das gleiche, absolute Gewicht besitzt. Im Durchschnitt kann man ein Karat = 205 Milligramm annehmen, sodaß also ein Loth ($^1/_{30}$ Pfund Zollgew.) 81 Karat ungefähr enthält. Die Fig. 27 u. 28 zeigen Diamanten von 1 bis 50 Karat, erstere in Form von Brillanten, letztere in Form von Rosetten geschnitten. Bei Fig. 27 stellt der starke schwarze Strich unter jedem Bild die Höhe, die kleine Fläche dagegen die Culasse des Brillanten dar.

Die Werthsbestimmung der Edelsteine, zunächst der Diamanten, für die noch am leichtesten eine feste Regel aufgestellt werden kann, erfolgt in der Weise, daß das Gewicht, in Karaten, gesucht, dieses quadrirt (mit sich selbst multiplicirt) und darauf mit dem Werth pro Karat multiplicirt wird; der Werth der Diamanten nimmt also nicht in arithmetischer, sondern in geometrischer Progression zu.

Ein Brillant erster Sorte z. B. wird pro Karat mit ungefähr 80 Thlrn. bezahlt, ein Stein von 3 Karat würde nach obiger Regel also $3 \times 3 \times 80 = 720$ Thlr. kosten. Steine von weniger als einem Karat, oder von weniger schönen Schliffformen werden natürlich nach einem niedrigern Einheitssatze bezahlt, sodaß Brillanten, von denen 16 auf ein Karat gehen, nur mit 50 Thlrn. pro Karat, Rosetten von einem Karat

und mehr mit ca. 55 Thlr., solche, von denen 16 auf das Karat gehen, mit 44 Thlr. für das Karat, rohe Steine von Karatgröße endlich mit 30 Thlrn. bezahlt werden. Diese Einheitssätze schwanken selbstverständlich, wie alle Preise, nach Angebot und Nachfrage.

Diese angegebene Regel hat aber nur Geltung für Diamanten geringerer Größe, bis zu 15 Karat etwa; für die Schätzung schwererer Exemplare lassen sich feste Grundsätze schon deshalb nicht aufstellen, weil diese überhaupt sehr selten und dann so kostbar sind, daß sich Käufer dafür kaum finden und sie deshalb meist in festen Händen, in den Kronschätzen der größten Fürstengeschlechter verwahrt und unveräußerlich bleiben.

Die Zahl wirklich großer Diamanten ist so gering, ihre Geschichte, und jeder von ihnen hat eine wirkliche Geschichte, so interessant, daß es wol der Mühe lohnt, mit wenigen Worten ihrer zu gedenken.

Von dem portugiesischen Diamanten, der ein Gewicht von 1680 Karat und einen Werth von 389 Millionen Thlrn. besitzen soll, aber wahrscheinlich nur in der Fabel existirt, oder ein wasserheller Topas ist, abgesehen, befinden sich die größten Diamanten im Besitze indischer Fürsten, so der Großmogul (279 Karat schwer, aber nicht schön geschnitten, Fig. 7), und der noch größere des Radscha von Mattau auf Borneo, der gar 367 Karat wiegen soll.

Der größte in Europa befindliche Diamant ist der Orlow oder Amsterdamer Diamant, welcher, ähnlich geschnitten wie der Großmogul, die Spitze des russischen Scepters bildet und ein Gewicht von 194$^3/_4$ Karat besitzt. Er fand sich am Thronsessel des Schah Nadir von Persien, bei dessen Ermordung er von einem Franzosen, der in persischen Diensten stand, gestohlen und später für eine nicht bedeutende Summe verkauft wurde. Er ging, immer höher bezahlt, durch mehrere Hände, bis er endlich von einem armenischen Kaufmanne 1775 an Katharina II. von Rußland für einen Adelsbrief, eine Rente von 4000 und eine feste Summe von 450000 Rubel verkauft wurde.

Am nächsten steht ihm der Pitt oder Regent, 136$^3/_4$ Karat schwer, Fig. 9, der sich jetzt im französischen Kronschatz befindet und durch die Reinheit seines Wassers sowie durch die Schönheit und Regelmäßigkeit seines Brillantschliffs unter allen hervorragt. Er wird auf 12 Millionen Francs geschätzt und wurde nach vielem Besitzwechsel durch den Herzog von Orleans für Ludwig XV. von einem Herrn Pitt für nahezu 3$^1/_2$ Mill. Francs erworben. Die Republik verpfändete ihn in Berlin, während ihn später Napoleon I. am Degenknopfe trug.

Der österreichische Schatz birgt den Florentiner von 133$^1/_4$ Karat (Fig. 10). Karl der Kühne besaß ihn, verlor ihn aber nach der Schlacht bei Granson, wo ihn ein Schweizer fand, der ihn als werthloses Stück Glas für wenige Franken verkaufte. Er wechselte bei immer steigendem Preise oft seinen Besitzer, bis ihn endlich Papst Julius II. für 20000 Dukaten acquirirte. Jetzt schätzt man ihn, trotz seiner citronengelben Farbe, auf 2$^1/_2$ Mill. Francs.

Der größte brasilianische Diamant, der Südstern, (Fig. 11) wog roh 254, nach dem Schliffe aber nur 125 Karat. Es ist der einzige berühmte Diamant, der sich in Privathänden befindet.

Die größte Berühmtheit besitzt der Kohinoor, Berg des Lichts (Fig. 12), nicht sowol seiner Größe wegen (er wiegt 106 Karat), sondern wegen wechselvollen Geschichte, die er durchlebt hat. Er fand sich früher in Indien und gab den indischen Fürsten, die stets nach seinem Besitze trachteten, zu den mannichfaltigsten politischen Verwickelungen zu Kriegen und Ermordungen. Er befand sich endlich im Kronschatze von Lahore, bis die ostindische Compagnie, eine Empörung benutzend, sich der sammten Kronjuwelen auch den Kohinoor bemächtigte. Er hatte damals 186 Karat Gewicht, aber eine unregelmäßige Form (er war von einem venetianischen Steinschleifer entstellt worden), weshalb die Königin von England entschließen mußte, ihn schleifen zu lassen. Durch diesen neuen Schliff, Herr Voorsanger aus Amsterdam in der angegebenen Weise ausführte (Fig. 33), verminderte sich das Gewicht auf 106 Karat, dafür wurde er aber ganz vollkommenen, prachtvollen Brillant.

Man vermuthet, wegen der Gestalt der Kohinoor, der Orlow und ein anderer aus aufgefundener Diamant, ursprünglich zu Augen gebildet hätten; möglich, daß dies der Fall bei Tavernier gesehene und abgebildete Augenstein des Großmoguls (793 Karat schwer) gewesen.

Im russischen Kronschatz befinden sich noch drei Diamanten, der Schah (Fig. 13), der Sancy (Fig. 14), 53$^1/_2$ Karat, und der Regent (Fig. 15), 40 Karat, von denen der Schah eine merkwürdige Form, die noch mehrere natürliche Flächen zeigt, der Sancy aber durch seine wechselvollen Schicksale, die ihn sogar durch den Magen türkischen geführt haben sollen, Interesse erregt.

Eine allgemein gültige Werthscala der Edelsteine läßt sich schwer oder gar nicht aufstellen. Dem Diamant am nächsten steht wol der Rubin, der rothe Korund, von dem ein Karatstein mit 2 Thlrn. bezahlt wird, nur der Smaragd wird für fehlerlosen und tiefgrün gefärbten Exemplare, sehr selten sind, noch höher bezahlt. Der Saphir oder blaue Korund, der Chrysoberyll, Spinell oder Hyacinth. Diese rechnet man zu den steinen ersten Ranges, und es folgen diese Edelsteine zweiten Ranges Zirkon, edler Spinell, Turmalin, Granat und edler Opal (besonders farbenspielende Exemplare von letzterem), ebenso theuer bezahlt als Rubin).

Die Schmucksteine dritten Ranges, Granat, Vesuvian, Chrysolith, Cyanit u. s. w., sind besonders schönen Stücken hoch bezahlt. Die Zahl der Halbedelsteine endlich, zu denen die verschiedenen Varietäten des Quarzes und Opals, der Vesuvian, sowie die Feldspate zu rechnen sind, erhalten ihren Wert nur durch die Bearbeitung. Von der ist der Amethyst noch am meisten gesucht, fehlerlosen, schön violblauen Exemplaren. Mode ihn gerade beliebt, sogar recht hoch die übrigen werden aber nur seltener zu Schmuckgegenständen, sondern vorwiegend zu Zierathen und größern Luxusartikeln verwendet.

Mechanische Technik.

Bearbeitet

von

Dr. Ernst Hartig,
Professor am Polytechnikum in Dresden.

und

Dr. Theodor Weiß,
Professor an der technischen Hochschule in Brünn.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

Technologie. Bearbeitet von Professor Dr. E. Hartig.

Mühlen (Tafel 1) 4

Sägemaschinen (Tafel 2) 6

Scheren und Durchschnitte (Tafel 3) . . . 7

Hobel und Hobelmaschinen (Tafel 4) . . . 9

Bohrer und Bohrmaschinen (Tafel 5) . . 10

Schleifsteine, Feilen und Fräsmaschinen (Tafel 6) 12

Drehstühle und Drehbänke (Tafel 7) . . . 14

Vorbereitungsmaschinen der Spinnerei (Tafel 8) 15

Vor- und Feinspinnmaschinen (Tafel 9) . 18

Zwirn- und Klöppelmaschinen (Tafel 10) 20

Webstühle (Tafel 11) 21

Wirkmaschinen, Appreturmaschinen (Tafel 12) 23

Nähmaschinen, Stickmaschinen (Tafel 13) 25

Buchdruckmaschinen (Tafel 14) 27

Maschinen des Schriftgießers, Stein- und Kupferdruckers (Tafel 15) 30

Maschinen der Cigarren- und Tabackindustrie (Tafel 16) 31

Uhren (Tafel 17) 32

Maschinentechnik. Bearbeitet von Professor Dr. Th. Weiß.

Transportmaschinen für feste Körper (Tafel 18) 39

1. Hebezeuge 39
2. Flaschenzüge 39
3. Winden 40
4. Krahne 42

Transportmaschinen für flüssige Körper (Tafel 19 bis 21) 43

1. Kolbenpumpen 43
2. Centrifugalpumpen, Rotationspumpen und Kapselräder 46
3. Strahlpumpen, Injectoren und Ejectoren . . 48
4. Feuerspritzen, Bewässerungs- und Besprengungsvorrichtungen 48

Transportmaschinen für luftförmige Körper (Tafel 20 und 21) . . . . . [illegible]

1. Gebläfe . . . . . [illegible]
2. Rotirende Kolbengebläfe und Ventilatoren [illegible]
3. Saugstrahlventilatoren und Exhaustoren . . [illegible]

Motoren oder Kraftmaschinen . . . . . [illegible]

Physiologische Motoren . . . . . [illegible]

Göpelwerke, Tret-, Lauf- und Spreiserräder (Tafel 21) . . . . . [illegible]

Wasserräder (Tafel 22) . . . . . [illegible]

Turbinen (Tafel 23 und 24) . . . . . [illegible]

Wasserdruckmotoren (Tafel 24) . . . . . [illegible]

Prony'sches Dynamometer . . . . . [illegible]

Windräder (Tafel 25) . . . . . [illegible]

Dampfkessel (Tafel 26) . . . . . [illegible]

Rauchverhütende Apparate . . . . . [illegible]

Armatur und Garnitur . . . . . [illegible]

Dampfmaschinen.

1. Balancier-Dampfmaschinen (Tafel 27) . . [illegible]
2. Maschinen von verticaler Aufstellung ohne Balancier (Tafel 28) . . . . . [illegible]
3. Maschinen von horizontaler Aufstellung (Tafel 29) . . . . . [illegible]

Die Steuerungen . . . . . [illegible]

4. Die Maschine von Corliß und von Allen [illegible]
5. Oscillirende und rotirende Maschinen (Tafel 30) [illegible]
6. Transportable Dampfmaschinen, Locomobilen und Halblocomobilen (Tafel 31) . . . . [illegible]

Calorische Maschinen, Gasmotoren und andere thermodynamische Kraftmaschinen (Tafel 31) . . . . . [illegible]

1. Gaskraftmaschinen . . . . . [illegible]
2. Heißluftmaschinen . . . . . [illegible]
3. Feuerluftmaschinen . . . . . [illegible]
4. Aetherdampfmaschinen . . . . . [illegible]

Regulatoren . . . . . [illegible]

Locomotiven (Tafel 32 und 33) . . . . . [illegible]

1. Eisenbahnlocomotiven . . . . . [illegible]
2. Straßenlocomotiven . . . . . [illegible]

Die Luftschiffahrt (Tafel 34) . . . . . [illegible]

1. Ballons, Aërostaten . . . . . [illegible]
2. Flug- oder Fliegmaschinen . . . . . [illegible]

Einleitung.

er Land- und Forstwirthschaft sowie dem
Aufgabe zufällt, der Natur die zu nütz-
verwendbaren Stoffe abzugewinnen und
erselben eine nach fruchtbarerer Hervor-
gnete Richtung zu ertheilen, so hat sich
vorwaltend mit der Umgestaltung die-
oder Rohproducte in Gebrauchsgegen-
it dem Transporte beider, sowie mit der
er zu diesen Zwecken geeigneten Natur-
ssen.

einen wird die Technik in die chemische
mechanische Technik abgetheilt. Erstere
h damit, den der Natur abgewonnenen
ine mittels chemischer Kräfte erziel-
ultung oder Neubildung zu ertheilen,
mechanische Technik eine solche Umgestal-
derung und auch Ortsveränderung unter
und Dienstbarmachung der sogenannten
ben Kräfte zu bewirken strebt.
figungsgebiet der mechanischen Technik
mein genommen, auch die Bautechnik und
rwesen ein. Nicht ungerechtfertigt würde
beiden Zweige der Technik, welche vor-
statischen Wirkungen der Naturkräfte
gen, als „statische Technik" zu bezeichnen,
en Theil der mechanischen Technik, wel-
genstand der hier abzuhandelnden Be-
ildet und welcher sich vorwiegend mit der
der bewegenden oder dynamischen Kräfte
dem Namen der „dynamischen Technik"

st, zumeist aus Gründen der historischen
üblich geworden, der Bautechnik und
rwesen einen Platz zwischen der Archi-
r mechanischen Technik, beziehentlich eine
derte Stellung anzuweisen, und daher bleibt
ische Technik, unter Ausschluß auch
rt und des Seewesens, sowie der militär-
it, auf das engere Gebiet beschränkt, wel-
jenige der mittelbaren oder unmittelbaren
olcher Naturkräfte und Hülfsmittel bezeich-
darf, durch welche an den Naturkörpern
ucten physikalische Formänderungen zum
blicher Gestaltung, sowie Ortsveränderun-
äußerungen hervorgebracht werden können.
smittel sind theils Werkzeuge, theils Ma-
re werden von den Händen des Menschen
erfordern also ein gewisses Maß von
und physischer Kraft zugleich; den Ma-
e Gezwungenheit (Unfreiheit) der Bewe-
zugehörigen Theile charakteristisch, daher
ng zwar auch mittels der von Menschen
physischen Kraft erfolgen, jedoch statt die-
beliebige Naturkraft (elementare Betriebs-
irt werden kann. Die rapide materielle
der Culturvölker im 19. Jahrhundert ist
mit dem von steigendem Erfolg gekrönten
Bestreben verknüpft, die Werkzeuge durch Maschinen, die Muskelkraft der menschlichen Gliedmaßen durch die Kraft des herabsinkenden Wassers, des Windes, des gespannten Wasserdampfes, der aus explosibeln Körpern erzeugten Gase u. s. w. zu ersetzen. Die hierdurch erreichbare Vermehrung und Beschleunigung aller beabsichtigten mechanischen Processe ist so beträchtlich, daß in den letztverflossenen Jahrzehnten die geistige Kraft aller erfinderischen Köpfe auf die Maschinenentwickelung sich geworfen hat, daher die mechanische Technik mit den ohnehin viel zusammengesetztern Maschinen weit mehr zu schaffen findet, als mit den Werkzeugen, die oft nur noch als bereits verlassene Anfangsstufe technischer Entwickelung anzusehen sind.

Wie sämmtliche Wissensgebiete wegen der in der Neuzeit mehr und mehr anschwellenden Fülle und Masse des Stoffs in Specialzweige verästelt und zergliedert werden, so ist auch das bezeichnete engere Gebiet der mechanischen Technik in die auf unsern technischen Bildungsstätten didaktisch gesonderten Theile der Technologie und der Maschinentechnik (Maschinenlehre und Maschinenbau) getrennt. Und wenn auch ein noch in der Neubildung begriffener Wissenszweig, nämlich die Kinematik, die Gebilde der gesammten mechanischen Technik, von einem gewissen Gesichtspunkte aus zusammengefaßt, beleuchtet und zwar von dem Gesichtspunkte der Bewegungsart und der zur Hervorbringung dieser Bewegungsart geeigneten Constructionsform, so verbleibt doch der Bereich der mechanischen Technik jener erwähnten gesonderten, vorwaltend den zu erreichenden Fabrikations- oder überhaupt technischen Endzweck ins Auge fassenden Behandlungsweise, und zwar beschäftigt sich die Technologie mit den diesen Zweck erreichen lassenden Werkzeugen und Arbeitsmaschinen, die Maschinentechnik hingegen mit den Motoren oder Kraftmaschinen, mit den Transportmaschinen und Zwischenmaschinen, ohne indessen sämmtliche hierzu gehörigen mechanischen Vorrichtungen zu umfassen, vielmehr eine nicht unbeträchtliche Anzahl derselben andern Wissenszweigen, als der Bautechnik, dem Ingenieurwesen, der Landwirthschaft, dem Seewesen u. s. w. überlassend.

In der nachfolgenden Darstellung sind die unmittelbar form- und ortsändernden Hülfsmittel, also die dem Gebiete der Technologie zugezählten Werkzeuge und Arbeitsmaschinen (Taf. 1—17) den mittelbar benutzten, von dem Wissensgebiete der Maschinentechnik umfaßten Krafterzeugungs- und Transportmaschinen (Taf. 18—34) vorangestellt.

Da es sich bei der Verwendung aller dieser Maschinen und Vorrichtungen immer um die vortheilhafteste Erreichung eines Zwecks handelt, so erscheint es gerechtfertigt, den reichen hier abzuhandelnden Stoff mit wesentlicher Rücksicht auf den Zweck der zu beschreibenden Hülfsmittel anzuordnen. Freilich darf hierbei, um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, immer nur an den allernächst liegenden, durch die Wirkungsweise der Werkzeuge und Maschinen ausgesprochenen Zweck gedacht werden, nicht an jede fernerliegende Verwend-

barkeit derselben in allen einzelnen historisch angebbaren Gewerbsbetrieben; denn nur so ist es möglich, eine leidlich befriedigende Uebersicht über alle uns gegenwärtig zur Verfügung stehenden mechanischen und maschinellen Hülfsmittel zu erlangen.

Technologie.

Bearbeitet von Professor Dr. Ernst Hartig.

Mühlen.

(Tafel 1.)

Die formlose Zerkleinerung fester Materialien, der einfachste und älteste aller Arbeitsprocesse, kann durch Pochen, Quetschen und Reiben geschehen. Die ursprünglichsten und einfachsten von Menschenhand bewegten Zerkleinerungswerkzeuge, Mörser und Stößel, gestatten die gleichzeitige Ausführung dieser drei Operationen, während bei den entwickeltern, durch Naturkräfte zu bewegenden Zerkleinerungsmaschinen in der Regel nur je eine, höchstens zwei derselben in Anwendung kommen. Diejenigen dieser Maschinen, bei welchen ein Zerreiben (Mahlen) der Materialien, entweder allein oder mit einem Zerquetschen verbunden, stattfindet, heißen Mühlen und haben, weil sie die Zerkleinerung bis zu beliebiger Feinheit gestatten, die größte Verbreitung und die vielgestaltigste Entwickelung gefunden. Zuweilen ist der Name auch auf zerschlagend wirkende Zerkleinerungsmaschinen übertragen worden.

Bei den eigentlichen Mühlen kommen immer die Oberflächen zweier harter Körper zur Wirkung, welche das zu zerkleinernde Material zwischen sich fassen und vermöge angemessenen Drucks zerquetschen, vermöge ihrer rauhen (gekerbten, gerippten u. s. w.) Beschaffenheit, in Verbindung mit ihrer gleitenden Bewegung aufeinander, zerreiben. Nach Form und Bewegungsart dieser Oberflächen unterscheidet man hauptsächlich die folgenden Anordnungen.

Die Kugelmühle (Fig. 1, a Vorderansicht, b Verticalschnitt) enthält eine Anzahl metallener Kugeln, welche in einem langsam rotirenden Gehäuse, das zur Aufnahme des zu zerkleinernden Materials dient, eine rollende Bewegung annehmen, indem sie fortwährend der Schwere folgend die tiefste Lage zu behaupten suchen. Diese Kugeln wirken auf das unter und zwischen ihnen befindliche Material vermöge ihres Gewichts zerquetschend und gleichzeitig untereinander wie in Gemeinschaft mit der Innenfläche des Gehäuses zerreibend; es kann nur ein abgemessenes, verhältnißmäßig kleines Materialquantum in Arbeit genommen, dieses jedoch durch Verlängerung der Procedur zu beliebiger Feinheit gebracht werden. Die Leistungsfähigkeit solcher Kugelmühlen, die nur für Materialien von großer Weichheit (Farbstoffe, Porzellanerde u. s. w.) taugen, ist nur gering.

Von weit energischerer Wirkung und erheblicherer Leistungsfähigkeit hat sich der Kollergang (Fig. 2) erwiesen, bei welchem zwei um die Horizontalachse a drehbare, schwere Cylinder (Läufer) im Kreise auf der Bodenfläche eines tellerförmigen Troges C herumrollen; die Horizontalachse a ist nämlich durch den Langschlitz einer verticalen Welle b gesteckt, welche durch Kegelräder c, d von einer Antriebwelle e aus eine langsame Rotationsbewegung erhält; damit das auf C ausgebreitete Material die Bewegungsmechanismen nicht berühren kann, sind dieselben in ein gußeisernes Gehäuse f eingeschlossen. Die beiden Läufer A und B stehen in verschieden großem Abstand von der Verticalwelle b, sodaß sie nicht dieselbe Straße ziehen, vielmehr auf verschiedenen ringförmigen [illegible] ihre Wirkung ausüben; um [illegible] Materialtheilchen in allen möglichen [illegible] kung ausgesetzt sind, hat man [illegible] entgegengesetzten Seiten schräg [illegible] mit der Welle b verbunden, welche [illegible] gange das in C ausgebreitete [illegible] nach außen und innen verschieben. [illegible] daß die beiden Läufer vermöge ihrer [illegible] allein eine quetschende Wirkung [illegible] — weil die Rotation eines Kreis[illegible] berührenden Ebene niemals eine [illegible] kann — eine zerreibende (mahlende) [illegible] gang, oftmals durch Pferde in [illegible] welche an einer die Verlängerung der [illegible] den Deichsel angespannt werden, [illegible] verschiedensten Fabrikationsprocessen [illegible] Gebrauch; zumal er leicht neben der [illegible] eine innige Mischung der auf C [illegible] bewirkt. So dient er in der Oelsch[illegible] kleinerung der Oelsaat, in der [illegible] und Chocoladenindustrie zur Bearbeitung [illegible] bei erforderlichen Materialien, [illegible] Mischen von Kalk und Sand u. s. w. [illegible] der Kollergang von einer besonderen [illegible] maschine betrieben, wie aus Fig. 3 [illegible]

Eine eigenthümliche Modification [illegible] ist die in Fig. 4 dargestellte Cyclo[illegible] einem kegelförmigen, aus Granit [illegible] stein A laufen, durch die stehende [illegible] Arme C und D getrieben, die beiden [illegible] im Kreise herum; jedoch nicht [illegible] sondern mit der ebenen Basis, also [illegible] Diese Kegel (Läufer) sind auf [illegible] Arme C, D drehbar aufgeschoben [illegible] vollen Gewicht auf A und dem [illegible] terial. Da auf dem Berührungs[illegible] den Läufern zu überwindende [illegible] verschieden großen Krümmungsbe[illegible] fläche ungleich groß ist, so erleiden [illegible] ihrem Umgang gleichzeitig eine Rotation [illegible] Achse, woraus der Vortheil einer [illegible] Abnutzung derselben resultirt. Der [illegible] ist von einer hölzernen oder metallenen [illegible] geben, welche das auf A gebrachte [illegible] hält. Die Zuführung desselben erfolgt [illegible] stehenden Rumpf aus in der Mitte, [illegible] tragung hier zumeist der Luft über[illegible] durch die Drehung der Läufer [illegible] wegung gesetzt wird und den feinsten [illegible] des Materials über den Rand der [illegible] Umgibt man daher die Maschine [illegible] migen Holzkasten, so kann man [illegible] selben das feingemahlene Product [illegible] zeitweilig entfernen. Die hier [illegible] eignet sich in unübertroffener Art [illegible] feinsten staubförmigen Pulver [illegible] Zwecken (z. B. arabisches Gummi) [illegible] in den sogenannten Droguen-A[illegible] gedehnte Anwendung. Den Namen [illegible] schine von der cycloidischen Gestalt [illegible] die verschiedenen Punkte der Läufer [illegible]

Bei den Kegelmühlen (Fig. 5 [illegible] massiver kegelförmiger Stein in [illegible] es wird das zu zerkleinernde Material [illegible] der Schwerkraft oder mittels der [illegible] den engen Zwischenraum der beiden [illegible] führt. In Fig. 5 ist eine Kegel[illegible] Drehungsachse des Kegels dargestellt [illegible] hier A den Rumpf zur Aufnahme des [illegible]

einen Rüttelschuh, welcher dasselbe mit
mäßigkeit dem zwischen Läufer C und
nthaltenen Zwischenraum zuführt; dieser
verengt sich von oben nach unten und
:ls einer aus der Figur ersichtlichen
ung beliebig verkleinert werden. In dem
Materialtheilchen durch Abreiben kleiner
ı sie tiefer hinab, um endlich in einen
geordneten ringförmigen Sammelbehälter
welcher bei E zu einer Gosse ausgezogen
das Mahlgut austrägt. Der Läufer C
einer Welle a, welche mittels eines
rs c, d von einer horizontalen Antrieb-
: Drehung empfängt, die selbst entweder
r Figur angegeben — von der Hand
e f umgetrieben oder auch mittels eines
von einer Transmissionswelle aus bewegt
ften Falle ist die Anordnung eines
b zur Erzielung eines gleichförmigern
tandes rathsam. Die Drehungsachse des
auch horizontal angeordnet werden, wie
hier muß jedoch die Drehungsgeschwindig-
erwählt werden, daß die erregte Centri-
t genug ist, die Materialtheilchen von
n nach dem stärkern Läuferende zu be-
derselben Figur ist auch der Antrieb
n und Riemenscheibe vorausgesetzt. Die
sind schon im griechischen und römischen
Gebrauch gewesen (jedoch in der um-
ordnung mit feststehendem Massivkegel
ı Hohlkegel); sie dienen jetzt vielfach als
ſlen, zur Zerkleinerung der Kohlen, des
nderer Materialien. Die beiden Mahl-
statt aus Stein häufig aus Schmiede-
der Gußeisen (Hartguß) hergestellt und
Kegel mit scharfkantigen Rippen aus-
ß die zerreibende Wirkung durch eine
Schneidewirkung ergänzt wird.

Steinmühle (Fig. 7 und 8) ist durch
ndrische Mahlkörper charakterisirt, welche
ien Endflächen das Material bearbeiten.
eine solche im Verticalschnitt dargestellt.
fällt aus einem trichterförmigen Vor-
ı durch einen Schlauch B auf eine schnell
ule C (Centrifugalschütter), über deren
nach allen Seiten hinausgeschleudert
dann zwischen die beiden Mahlsteine D
äth; von diesen liegt der unter E fest,
obere — durch eine eiserne „Haue" mit
verbunden — in rascher Drehung sich be-
rehung wird mittels zweier Kegelräder b,
rizontalen Antriebwelle d aus übertragen,
ei e f mit Fest- und Losscheibe versehen
einen Treibriemen bewegt werden kann.
e Bodenstein E ruht in dem Mühlgerüst
mittels der Stellschrauben h genau ho-
lt werden. Der obere Stein D (der
bst seiner Welle a auch einer Verstellung
Richtung fähig, sodaß man dem Zwi-
beiden Steine die dem Korn des Mahl-
ende Größe geben kann. Alle in diesen
gelangenden Theilchen werden nun mehr
gezwungen, an der Rotation des Läufers
en und unterliegen so der Einwirkung
, gelangen daher allmählich, die Rei-
n Bodenstein überwindend, nach dem
der Mahlsteine, wo der Zwischenraum
erforderliche kleinste Maß vermindert.
Hinausschiebung des Mahlgutes wird
ei andere Mittel befördert: durch seichte,
in die Mahlflächen eingearbeitete Furchen (deren Gestalt und Verzeichnung in Fig. 9 dargestellt ist), welche sich scherenartig durchkreuzen, und durch Erzeugung eines künstlichen Windstroms, der durch einen Ventilator erzeugt wird und sich von dem Auge des Läufers durch den Zwischenraum der Mahlflächen nach dem die Steine umschließenden Gehäuse bewegt. Letzteres nimmt endlich das hinreichend zermahlene Material auf, worauf dasselbe durch einen abwärts geführten Kanal regelmäßig entweicht. Zerkleinerungsmaschinen dieser Art sind in hohem Grade leistungsfähig, insbesondere wenn die schon erwähnten Furchen (Hauschläge) immer in scharfkantigem Zustande gehalten werden; dieselben werden daher von Zeit zu Zeit mit besondern von Hand geführten Picken (Fig. 10—12) aufgehauen, was man das Schärfen der Steine nennt. Die Flachsteinmühlen sind vorzugsweise zur Vermahlung der Körnerfrüchte im Gebrauch, doch dienen sie auch zur Zerkleinerung mancher anderer Materialien. In Fig. 8 ist die Anordnung zweier Flachsteinmühlen in einem gemeinsamen außeisernen Gerüst dargestellt — eine von englischen Fabrikanten landwirthschaftlicher Maschinen mit Vorliebe ausgeführte Form.

Bei den Walzmühlen (Fig. 13—16) haben die Mahlflächen eine kreiscylindrische Gestalt, und zwar arbeiten entweder zwei Massivcylinder (Fig. 13—15) oder ein Massiv- und Hohlcylinder (Fig. 16) aufeinander. Im ersten Falle haben entweder beide Cylinder eine (in entgegengesetztem Sinne erfolgende) gleichschnelle Rotation: dann üben sie auf das zugeführte Material nur eine zerquetschende Wirkung aus, oder ihre Umfangsgeschwindigkeit ist verschieden groß: dann tritt zu dieser quetschenden Wirkung noch eine zerreibende, zermahlende. Fig. 13 zeigt die gewöhnliche Anordnung der Walzmühlen (Walzenquetschen, Quetschwalzen) zur Zerkleinerung der Erze und mineralischen Brennstoffe; in Fig. 14 ist die Einrichtung der in den Bierbraureien üblichen Malzquetschen im Verticalschnitt dargestellt. Je feinkörniger das Mahlgut ausfallen soll, um so näher müssen die beiden Walzen aneinander gestellt werden; in der Mehlfabrikation, wo die Walzmühlen neben den Flachsteinmühlen hier und da Verwendung finden, müssen sich die Walzenumfänge berühren. Dasselbe ist der Fall bei denjenigen Walzmühlen, welche zur höchsten Verfeinerung teigartiger Materialien (Chocoladenmasse, Buchdruckerschwärze u. s. w.) dienen sollen und von deren Anordnung Fig. 15 eine Vorstellung gibt. Das in einem Rumpf a enthaltene Material gelangt hier zwischen die ersten zwei Reibwalzen b und c, von welchen c am schnellsten umläuft; da gleich große Flächenstücke dieser Walzen gleiche Mengen adhärirendes Material mitnehmen, so folgt, daß der größere Theil desselben von c weiter transportirt wird; zwischen c und einer folgenden noch schneller umlaufenden Walze d erfolgt eine zweite Zerreibung; hier geht wieder der größere Theil des Materials an Walze d und es folgt nun eine dritte und vierte Bearbeitung zwischen den Walzenpaaren d und e, e und f, bis endlich das Material am Umfang der letzten Walze mittels eines Messers g abgestreift wird.

Bei der in Fig. 16 dargestellten Walzmühle arbeitet ein Massivcylinder A in Gemeinschaft mit einem bruchstückweise ausgeführten Hohlcylinder B, in deren Zwischenraum das Material aus einem Rumpf C durch das Speisewalzenpaar D, E zugeführt wird; die Stellschrauben a und b gestatten eine beliebige Regulirung des zwischen A und B vorhandenen Zwischenraums, wie solche die Korngröße des zugeführten und auszutragenden Mahlgutes erfordert. Dasselbe wird durch

den nach links rotirenden Cylinder A nach einem trichterförmigen Raum F befördert und fällt hier aus der Maschine. Die vorliegende Anordnung hat insofern ein allgemeineres Interesse, als sie bei den zur Bereitung der Papiermasse dienende Holländern in einer nur unwesentlich modificirten Gestalt vorliegt.

Eine letzte, neuerdings in Gebrauch gekommene Zerkleinerungsmaschine, die Schleudermühle, Centrifugalmühle, auch Desintegrator genannt, stellt Fig. 17 in perspectivischer Ansicht dar; hier wird jedoch das Material weder zerquetscht, noch zerrieben, sondern zerschlagen; dasselbe fällt nämlich aus einem seitwärts angeordneten Rumpf in das Innere einer aus eisernen Stahlstäben gebildeten schnell rotirenden Trommel; die durch die Schlagwirkung derselben gebildeten Fragmente entweichen durch die Zwischenräume der Stäbe und werden mit einer der Umdrehungszahl derselben entsprechenden Geschwindigkeit den Stäben einer zweiten ähnlich gebildeten jedoch entgegengesetzt umlaufenden Trommel entgegengeschleudert, sodaß hier ein Zusammenstoß mit einer Geschwindigkeit stattfinden muß, deren Größe gleich der Summe der Geschwindigkeiten beider Trommeln ist; durchschnittlich 40—120 Meter per Secunde. In gleicher Art können drei, vier oder mehr nach abwechselnd entgegengesetzten Richtungen umlaufende Schlagtrommeln angewendet werden, welche einander concentrisch umschließen. Das zerkleinerte Material wird endlich von der äußersten Trommel in einen durch ein umschließendes Gehäuse begrenzten Raum geschleudert, aus dem es von Zeit zu Zeit entfernt werden muß. Diese höchst originelle Zerkleinerungsmaschine hat sich bisher für die verschiedenartigsten Materialien bewährt, für künstlichen Dünger, Steinkohlen, Coaks, Gips, Ganister, Erze, selbst für Körnerfrüchte aller Art und deren Umwandlung in Gries, Dunst und Mehl. Dieselbe ist eine Erfindung des Engländers Carr.

Sägemaschinen.

(Tafel 2.)

Wenn ein Arbeitsstück von Holz, Stein oder Metall durch einen ebenen oder gekrümmten Schnitt mit dem möglichst geringen Verlust in mehrere Theile zerlegt werden soll, so ist die Säge das vortheilhafteste Werkzeug. Dieselbe hat entweder ein gerades Blatt, welches geradlinig hin- und herbewegt wird, oder ein bandförmiges endloses Blatt mit fortlaufender Bewegung, oder ein kreisförmiges Blatt mit rotirender Bewegung.

Sägemaschinen mit geradem Blatt sind auf unserer Tafel in den Fig. 2, 4, 5, 6, 8, 10, 12 und 13 dargestellt. Bei der kleinen für Holzarbeiter-Werkstätten bestimmten Säge, Fig. 2, ist das Blatt an seinen Enden in zwei Klemmen befestigt, von welchen die obere durch einen federnden Bügel von Holz oder Stahl (die Wippe) immer nach oben gezogen, (also in angemessener Spannung gehalten) wird, während die untere von einer stetig rotirenden Antriebwelle aus mittels Kurbelscheibe und Zugstange auf- und abbewegt wird; die Zahnspitzen des Sägeblattes sind nach unten gerichtet, sodaß dasselbe beim Niedergang schneidet, daher das Arbeitsstück auf dem in der Figur ersichtlichen Tisch nur in der erforderlichen Richtung entgegengeschoben zu werden braucht. Da bei dieser Maschine der Tisch rings um frei ist, so können Arbeitsstücke von jeder Länge in beliebiger Weise gewendet werden, daher hier die Ausführung krummliniger Schnitte keinerlei Schwierigkeiten macht. Die Befestigung der Wippe erfolgt an der Decke des Arbeitsraums.

Bei den in Fig. 5 und 6 dar[illegible] sägen ist auf die Anwendung [illegible] leistet, daher alle erforderlichen [illegible] einzigen Gestell vereinigt sind. [illegible] beiden Klemmen, welche das Sä[illegible] Schiebern angegossen, welche in [illegible] Gestells vertical geführt sind [illegible] Leitrollen gehende Seilstücken [illegible] her verbunden, der von einer [illegible] Gestells gelagerten Antriebwelle [illegible] eine schnelle Auf- und Niederbewe[illegible] sich daher durch abwechselnden Au[illegible] stücke dem Sägeblatt mittheilt. [illegible] unter spitzem Winkel gegen das Sä[illegible] was die Herstellung kegelförmiger [illegible]

Die in Fig. 6 dargestellte Ma[illegible] vorigen große Aehnlichkeit, nur [illegible] durch zwei gleicharmige Hebel er[illegible] der einen Seite durch eine Zugs[illegible] der andern durch zwei Zugstangen [illegible] verbunden sind.

Bei den stärkern Geradblattsägen [illegible] wandlung der Baumstämme in Sc[illegible] im Gebrauch sind, wird das Bla[illegible] gen Rahmen (das Gatter) einge[illegible] calen oder auch horizontalen Fo[illegible] weglich ist und von einer Antrieb[illegible] tive Bewegung empfängt. In [illegible] schinensäge dieser Art dargestellt, [illegible] als Seitengatter ausgeführt, d. h. [illegible] Außenseite des Gatters placirt [illegible] richtung der Bauhölzer beliebte Ar[illegible] ruht hier auf einem mit Rollen [illegible] gleis fahrbaren Wagen, welcher [illegible] Mechanismus (das Schaltzeug) [illegible] Vorschiebung erhält. Wie die [illegible] wird nämlich von einem auf der [illegible] Kreiscentcr ein Winkelhebel in [illegible] gung gesetzt, der mittels einer [illegible] Sperrrad wirkt, dessen Drehung [illegible] Radübersetzung und durch Gerade [illegible] dem Blockwagen mitgetheilt wird.

In Fig. 13 ist eine sogenannte [illegible] dargestellt, bei welcher das Gatter [illegible] von Sägeblättern enthält, daher [illegible] zahl von Schnitten in demselben [illegible] kann. Bei dieser Anordnung wird [illegible] triebsarbeit gespart, weil die Zu[illegible] wagens nach jedem einzelnen Schn[illegible] Arbeitsverluste durch Reibung [illegible] proportional wachsen. Solche Ga[illegible] gatter werden oftmals auf einem [illegible] montirt und durch einen ebenfalls [illegible] motor (Locomobile) in Betrieb ge[illegible] dung, die durch Fig. 8 veranschau[illegible] solchen transportabeln Bu[illegible] möglich, die im Wald gefällten [illegible] am Orte der Fällung in Bretter [illegible] legen, daher dann der Transport [illegible] vollen Theile (Rinden, Schwarten, [illegible] erforderlich ist: ein für manche [illegible] wicht fallender Gewinn.

Zur Herstellung ganz dünner Hö[illegible] aus werthvollen Hölzern gewährt [illegible] Anwendung eines horizontal ge[illegible] Vortheil besonderer Genauigkeit, da[illegible] fuge die möglichst geringe Breite [illegible] Eine Anwendung solcher Art ist [illegible] die Ebene des Sägeblattes ist [illegible] daher der Block an einem in [illegible]

(aufsteigenden) Schieber befestigt (ange-
muß. Die Antriebwelle kommt hier na-
ärts von den übrigen Theilen der Ma-
gen.

Bearbeitung der Steine kommen Maschi-
Anwendung. Hier ist jedoch das Blatt
n Eisen statt aus Stahl gefertigt und
ähnen ausgerüstet; die schneidende Wir-
ier durch einen stetig zugeführten Strom
und hartem Sand (Schmirgel) erzielt;
nchen, sobald sie unter das Blatt gerathen,
an der Kante desselben fest, werden ein
nommen und schaben so die entgegen-
laterialtheilchen ab, während der Wasser-
tige Abführung des Steinschmants besorgt.
Steinsäge ist in Fig. 4 dargestellt. Man
das Blatt an seinen Enden in zwei Klem-
t ist, welche unter sich durch ein über zwei
elegtes Riemenstück verbunden sind und mit
einer rotirenden Antriebwelle aus eine
Bewegung erhalten. Die Lager der bei-
en sitzen an Verticalschiebern, welche durch
angen und Getriebe von einem Handrad
wärts bewegt werden können, daher der
hem so die Säge entgegengeführt wird,
er Arbeit fest liegen kann. Daß Sägen
auch zum Querdurchsägen von Holz-
rwendet werden können, wenn man ein ge-
Sägeblatt einspannt, hat der Zeichner durch
rungsweise des Arbeitsstücks andeuten wollen.
ndsägen sind auf unserer Tafel durch
d 11 vertreten. Bei diesen bildet das
ein sehr dünnes, daher biegsames, in sich
ndes (endloses) Band, welches gleich einem
über zwei glattrandige Scheiben gelegt
eren Drehung seine Bewegung erfolgt; die
chse der untern Scheibe ist zugleich die An-
auf welcher eine feste und eine lose Rie-
sowie auch eine zur schnellen Stillsetzung
ne dienende Bremsscheibe sitzt. Die Lager
Scheibenachse sind mittels einer Schrauben-
verticalem Sinne zu verschieben, womit die
orderliche Spannung des Sägeblattes sich
reguliren läßt. Zwischen den beiden über-
ngeordneten Scheiben — auf derjenigen
das Blatt sich niederwärts bewegt — ist
Fig. 1) an dem Gestell befestigt, auf wel-
Arbeitsstück der Säge entgegengeführt wird,
rd — wie bei den großen Gattersägen —
sstück mit einem Schlitten (Blockwagen) ver-
elcher horizontal geführt und entweder durch
iter oder durch ein Schaltwerk vorwärts ge-
ird (Fig. 11). Nahe über dem Arbeits-
das Sägeblatt in einer Gabel geführt wer-
t es sich nicht verläuft. Die Bandsäge
der Geradblattsäge den Vortheil größerer
, geringern Arbeitsverbrauchs (weil keine
n- und herzubewegen sind) und (wegen der
Arbeitsgeschwindigkeit) größerer Leistung.
s hat man dieselbe auch zum Schneiden von
Schmiedeeisen, Blei-Antimon-Legirungen) mit
erwendet.

n Kreissägen (Fig. 3, 7 und 9) sitzen
auf dem Umfang einer kreisrunden Stahl-
e, welche auf einer in schnelle Rotation zu
n Welle befestigt ist und der man auf einem
en Tisch das Arbeitsstück entgegenführt; letz-
chiebt entweder von der Hand, unter Be-
eines verstellbaren Anschlags (Fig. 9) oder
en von der Sägenwelle aus in Gang gesetz-
ten Zuschiebungsapparat (Fig. 3), bestehend aus einem mit dem Arbeitsstück zu verbindenden Seil, welches sich auf einer in langsame Drehung versetzten Trommel aufwickelt. Die Kreissäge gestattet eine noch größere Arbeitsgeschwindigkeit als die Bandsäge; sie schneidet wie diese ununterbrochen, ist daher überaus leistungsfähig; doch vermag sie nur ebene Schnittflächen herzustellen, und ist die Schnitthöhe durch die Größe des Sägeblattes begrenzt; der Durchmesser desselben übersteigt nur ausnahmsweise den Betrag von 1 Meter. Die Schnittfuge ist in der Regel sehr breit, da man die Zähne, damit sich das Blatt nicht klemme, stark schränken, d. h. abwechselnd nach der einen und andern Seite ausbiegen muß.

In Fig. 7 ist eine mit vier Kreissägen ausgerüstete Zapfenschneidmaschine dargestellt, welche als hübsches Beispiel für die mannichfache Verwendbarkeit der Kreissäge gelten kann; das Arbeitsstück, ein Holzprisma, wird auf einem Horizontalschieber befestigt und erhält durch ein erstes Paar auf verticaler Welle sitzende Kreissägen zwei horizontale Schnitte, hierauf durch zwei folgende übereinander angeordnete Kreissägen mit vertical gestelltem Blatt zwei senkrechte Schnitte, die auf der obern und untern Seite je ein prismatisches Eckstück aus dem Langholz herausfallen lassen, sodaß hier ein regelrechter horizontaler Zapfen zu Stande kommt.

Stellt man das Blatt einer Kreissäge schief zur Drehungsachse, so kann man dieselbe vortheilhaft zur Herstellung von Nuten in Bretern und Balken benutzen.

Scheren und Durchschnitte.

(Tafel 3.)

Die Wirkungsweise der Scheren ergibt sich durch Betrachtung der Fig. 12 unserer Tafel, in welcher a ein Stück Blech (das Arbeitsstück) bedeutet und mit s_1 s_2 zwei meißelförmige Werkzeuge (die Scherenblätter) bezeichnet sind, welche mit erforderlicher Kraft gegeneinander bewegt werden, sodaß die vorangehenden Schneiden in das Arbeitsstück eindringen und dasselbe in zwei Theile trennen. Gibt man dem einen Scherenblatt die Gestalt eines Ringes r (Fig. 13) und dem andern die eines hineinpassenden Stempels s, so wird aus der Schere ein Durchschnitt; die herzustellende Schnittfuge erhält eine kreiscylindrische Gestalt und läuft in sich selbst zurück. Während die Scheren zum Beschneiden der äußern Kanten der Blechtafeln eine ausgedehnte Anwendung finden, dienen die Durchschnitte besonders zur schnellen Herstellung der zur Aufnahme von Nietbolzen bestimmten Löcher. Beiderlei Werkzeuge finden sich ungemein häufig an einer und derselben Maschine vereinigt.

Als ein Vorläufer der Schere im Entwickelungsgange dieser Werkzeuggruppe ist die gewöhnliche Kneipzange zu betrachten, bei welcher die beiden meißelförmigen Werkzeuge noch nicht eine solche Form haben, daß sie übereinander hinstreifen können, vielmehr nur mit ihren Schneiden nahe zur Berührung zusammenrücken, infolge dessen eine weniger ebene Schnittfläche zu Stande bringen. Fig. 11 zeigt eine solche Kneipzange, gegen die gewöhnliche Form dahin verbessert, daß eine durch den einen Backen gesteckte Stellschraube die Annäherung des andern Backens nur so weit gestattet, daß die beiden Schneiden sich nahezu, aber nicht vollständig berühren, womit jede Beschädigung der Schneiden verhütet ist.

Die Scheren haben zumeist geradschneidige Blätter, welche entweder mittels einer geradlinigen Verschiebung oder mittels einer Drehung um eine feste Achse zur

Wirkung kommen; im ersten Fall nennt man die Schere **Parallelschere** (Fig. 3 6—9), im zweiten Falle **Hebelschere** und es können hier die beiden verschiedenen Anordnungen vorkommen, daß die Drehungsachse den Schneiden parallel läuft (Fig. 4) oder zu denselben senkrecht steht (Fig. 2, 5). Will man lange Schnitte ohne Unterbrechung führen, so muß man den Blättern die Gestalt kreisrunder, mit den Rändern übereinanderstreifender Scheiben geben; man erhält so die **Kreisschere**, wie solche in Fig. 1 dargestellt ist. Die beiden Blätter sitzen hier auf zwei parallelen (oder auch unter einem spitzen Winkel geneigten) Wellen, welche nach entgegengesetzten Richtungen gedreht werden, daher denn ein (nicht allzu dickes) Blechstück auf der einen Seite der Blätter gefaßt und in zwei Theilen auf der andern Seite wieder ausgeliefert wird. Damit jenes Erfassen mit erforderlicher Sicherheit erfolge, muß der Durchmesser der Scherenblätter etwa 80 mal so groß sein wie die Blechdicke, womit wegen der Schwierigkeit der Herstellung großer Stahlblechscheiben die Verwendbarkeit dieser mechanisch vollkommensten Maschinenschere auf die Verarbeitung dünner Bleche beschränkt ist.

In Fig. 2 ist eine **doppelte Hebelschere** dargestellt, bei welcher die beiden beweglichen Blätter an einem großen trapezförmigen Gußstück angeschraubt sind, welches um einen zwischen den Scheren in der Mitte des Gestells angeordneten Bolzen drehbar ist und am obern Ende mittels eines in einem Verticalschlitz arbeitenden Kreiscercenters eine schwingende Bewegung empfängt. Dieses Kreiscercenter sitzt auf einer horizontalen Welle, welche von der Schwungradwelle einer besondern kleinen Dampfmaschine aus mittels eines Stirnräderpaars ihre Rotationsbewegung empfängt.

Eine mit **Hebelschere** combinirte **Durchstoßmaschine** ist in Fig. 5 dargestellt. Hier bezeichnet A das feste Scherenblatt, B das bewegliche, C den Lochstempel, D den Lochring; a die Drehungsachse des kräftigen Hebels b, mit welchem sowol das bewegliche Scherenblatt als auch der Lochstempel in Verbindung stehen; derselbe trägt am äußern Ende eine Rolle c, auf welche eine herzförmige Scheibe d einwirkt, den Hebel b zu einer schwingenden Bewegung veranlassend. Die Achse der Scheibe d empfängt eine langsame Rotationsbewegung von einer Antriebwelle aus vermittels der Zahnräder e, f; auf dieser Antriebwelle sind außer dem Schwungrad g die beiden Riemenscheiben h_1, h_2 (Fest- und Losscheibe) aufgekeilt, auf welche der Treibriemen aufläuft. Man macht dieser Art Hebelscheren den Vorwurf, daß bei geradschneidigen Blättern der Schneidwinkel, d. h. der Winkel, unter welchem die Schneiden das Arbeitsstück erfassen, veränderlich ist und im Anfang des Schneidens leicht so groß wird, daß dem Arbeitsstück durch den Angriff der Blätter eine Verschiebung ertheilt wird. Die Bewegung des Lochstempels C, der in einer Prismenführung k des Gestells vertical verschiebbar ist, erfolgt niederwärts durch die kurze Verlängerung des Hebels b über a hinaus, aufwärts durch zwei zu beiden Seiten des Hebellopfes drehbar angeschlossene Zugstangen i.

In Fig. 4 findet sich die Darstellung einer andern Verschmelzung von Hebelschere und Durchschnitt. Das bewegliche Scherenblatt und der Lochstempel sind hier, ähnlich wie bei der in Fig. 2 dargestellten Anordnung, an einem trapezförmig gestalteten, um einen horizontalen Bolzen drehbaren Gußstück befestigt, welches am obern Ende durch ein Kreiscercenter eine schwingende Bewegung empfängt; dieses Excenter ist auf einer hohlen, die Antriebwelle umschließenden Welle aufgekeilt und empfängt eine langsame Rotation vermittels eines aus zwei Räderpaaren bestehenden rückläufigen Räderwerks. Diese [illegible] herrührende Anordnung ist eine der [illegible] es gibt.

Als ein derselben ebenbürtiger [illegible] **Parallelschere** kann die in Fig. [illegible] große Flacheisenschere von Whitworth [illegible] bezeichnet A das an einem Gestell [illegible] tere Scherenblatt, B das vertical be[illegible] was an einem in der Prismenführung [illegible] ren Schlitten festgeschraubt ist; dem [illegible] Auf- und Abschiebung vermittels der [illegible] von einem excentrischen Zapfen aus, [illegible] dern Ende einer horizontalen, bei [illegible] gerten Welle befindet. Das hintere Ende [illegible] trägt ein großes Stirnrad d, im Eingriff auf der Schwungradwelle einer beiden [illegible] schine aufgekeilten kleinern Stirnrad [illegible] rad ist mit f bezeichnet, die Kurbel [illegible] net die Schubstange, i die Kolbenstange [illegible] cylinder, l das Schiebercenter, m die [illegible] terstange, n den Schiebertasten, o das [illegible] sionsventil, mittels eines in bequemer Lage [illegible] Handrads p zu öffnen und zu schließen. [illegible] ist für den Gebrauch der Eisenbahnen [illegible] in welchen die ausgewalzten Rohschienen [illegible] in kürzere Stücke geschnitten werden, [illegible] alsdann Packete zu formiren. Wegen [illegible] veränderlichen Widerstandes beim Schneiden [illegible] Schienen ist der Betrieb durch einen [illegible] motor entschieden vortheilhaft, da [illegible] regelmäßige Gang anderer Arbeitsmaschinen [illegible] werden kann.

Die in Fig. 7 und 8 dargestellte [illegible] **schere** charakterisirt sich durch eine [illegible] Länge der Scherenblätter, die es [illegible] Blechtafeln nach erfolgtem Auswalzen [illegible] am Rande zu beschneiden. Auch [illegible] einen separaten Motor. Eine besondere [illegible] ersichtliche Einrichtung dient dazu, das [illegible] renblatt schnell in Stillstand zu versetzen [illegible] Betriebsmaschine aufzuhalten und der [illegible] schweren rotirenden Massen abzuwarten.

Die Fig. 6 und 9 zeigen zwei sehr [illegible] wendete Verschmelzungen von Parallel- [illegible] **Durchschnitt**, die eine fahrbar (die [illegible] andere stationär; bei jener liegen Schere [illegible] übereinander, bei dieser nebeneinander; [illegible] der Antrieb von einer Transmission [illegible] Treibriemen vorausgesetzt. In Fig. [illegible] Scherenblatt mit A, das bewegliche [illegible] der Lochring mit C, der Stempel mit [illegible] ten von einer im Gestell gelagerten [illegible] aus eine Auf- und Niederschiebung. [illegible] pfängt eine langsame Rotation vermittelst [illegible] räderpaare a b und c d von der im [illegible] gelagerten Antriebwelle, welche bei e [illegible] triebscheiben, bei f mit einem Schwungrad [illegible] ist. Das Gestell ist als Hohlguß [illegible] die in Fig. 6 dargestellte Maschine [illegible] stell.

Noch ist des Lesers Aufmerksamkeit [illegible] 10 dargestellten **hydraulischen** [illegible] richten. Hier wird die Niederschiebung [illegible] dadurch zu Wege gebracht, daß eine [illegible] borgene kleine Druckpumpe, deren Spiel [illegible] und Niederbewegung des obern [illegible] laßt wird, Wasser oder Oel aus einem [illegible] einen Cylinder befördert, dessen Kolben [illegible] stempel ein Stück bildet; die Auftreibung [illegible]

ebt mit Hülfe des untern Handhebels nach Her-
ig einer Communication zwischen Cylinder und
oir. Man hat es also hier mit einer Ver-
lzung von hydraulischer Presse und Durchschnitt
nn.

Hobel und Hobelmaschinen.

(Tafel 4.)

r den Hobel ist charakteristisch, daß derselbe die
beitung der Oberfläche fester Körper zu Stande
t, indem er in geraden Zügen über diese Ober-
bin- und hergeführt wird. Bei den von Hand be-
n Hobeln wird ein zu tiefes Eindringen der
eide durch die Oberfläche des Arbeitsstücks selbst
ndert, auf welcher der das zugeschärfte Messer enthal-
Hobelkasten hinläuft; bei den Hobelmaschinen
besondere Prismenführungen in Anwendung, welche
eder des Arbeitsstücks oder des Werkzeugs gerade-
e Bewegung sichern. Die Anwendung der Hand-
l beschränkt sich auf die Bearbeitung weicherer
erialien (Holz, weiche Metalle), wogegen zur Be-
itung harter Materialien (Eisen) die durch elemen-
Betriebskraft bewegten Hobelmaschinen im allge-
sten Gebrauch sind.

ie Gestalt und Einrichtung der wichtigsten Hand-
el ergibt sich aus den Fig. 12—23; dieselben haben
eder einfache oder doppelte Eisen; von ersterer Art
die in Fig. 12, 13 und 15 dargestellten, von der
ern dasjenige in Fig. 14; hier liegt auf der Vor-
eite des eigentlichen Hobeleisens, welches mit seiner
neide die Ablösung eines Spans bewirkt, eine ver-
bare Deckplatte, deren untere Kante bis nahe an
Schneide des Eisens herangestellt ist; diese Deck-
te bewirkt eine vielfache Knickung des vor dem
n aufsteigenden Hobelspans und verhindert so,
bei ungünstigem Faserlauf ein sogenanntes Ein-
en erfolgt. Aus diesem Grunde eignen sich die
Doppeleisen ausgerüsteten Hobel (Doppelhobel,
ppelraubbank, Fig. 20) besonders zur letzten Be-
eitung (Glättung) der Oberflächen. Fig. 12 stellt
Eisen eines Schruppbohels dar, welcher zur ersten
rbeitung rauher Flächen dient; hier ist die Schneide
enförmig (convex) gestaltet, damit die abzulösenden
ine mehr dick als breit ausfallen; Fig. 13 zeigt
Eisen eines Schlichthobels, durch eine gerade
neide charakterisirt; in Fig. 15 ist das Eisen eines
rnie bohels dargestellt, bei welchem die Schneide
Profilform irgendwelcher Simsleisten entspricht.
Befestigung solcher Eisen geschieht mittels eines
gernen Keils, der mit dem Hammer vor dem Ho-
eisen fest eingetrieben wird, neuerdings auch, um
Gebrauch des Hammers zu beseitigen, mit Hülfe
r Schraube und eines doppelarmigen Hebels. Bei
in Fig. 19—21 dargestellten gewöhnlichen Ho-
n zur Bearbeitung ringsum freier Flächen reicht
Schneide des Hobeleisens nicht über die ganze
eite des Hobelkastens, daher es nicht möglich ist,
einem einspringenden Winkel die Bearbeitung bis
innersten Kante hin fortzusetzen; wenn solches
glich sein soll, so muß man dem Hobelkasten die
Fig. 16 dargestellte Form geben (Simshobel) und
n nun dem Hobeleisen im untern Theil eine Breite
en, welche diejenige des Hobelkastens um einen ge-
ngen Betrag übertrifft. Ist die zu bearbeitende
che ringsum von einer in rechtem Winkel aufstei-
nden Fläche begrenzt, handelt es sich also darum,
n Grund eines Zapfenlochs glatt zu hobeln, so ver-
ndet man den Grundhobel (Fig. 17), bei welchem
r Hobelzahn ringsum freisteht und die Führung
s eigenthümlich gestalteten Hobelkastens auf einer Oberfläche erfolgt, welche der zu bearbeitenden parallel liegt. Soll die Seitenfläche einer Nut von rechteckigem Querschnitt bearbeitet werden, so gibt man dem Hobeleisen wie auch dem Querschnitt des Hobelkastens eine T förmige Gestalt und erhält so den in Fig. 22 dargestellten Wangenhobel. Die in Fig. 23 und 18 dargestellten Hobel dienen zur Herstellung von Nuten in ebenen oder hohlcylindrischen Oberflächen; hier sitzen im Hobelkasten zwei Vorschneider, welche dem Hobeleisen vorangehen und die von diesem abzulösenden Fasern vorerst sauber durchschneiden.

Zur Festhaltung des Arbeitsstücks beim Gebrauch der Hobel dient die in Fig. 11 dargestellte Hobelbank; hier sind an einem dicken, aus hartem Holz hergestellten Blatt zwei hölzerne Parallelschraubstöcke angebracht, von denen je nach Beschaffenheit des Falles der eine oder andere in Benutzung zu nehmen ist.

Die Hobelstähle zur Bearbeitung der Metalle (Fig. 24—26) sind von stärkern Dimensionen als die zur Holzbearbeitung und haben einen größern Schneidwinkel, dem bedeutendern Widerstande des Materials entsprechend. Am häufigsten finden die Stähle mit bogenförmiger Schneide Anwendung (Schruppstähle), welche entweder aus einem einzigen Stück Stahl geschmiedet sind (Fig. 24) oder aus einem kurzen Stahlstück und einem schmiedeeisernen Halter bestehen (Fig. 25 und 26); im letztern Falle findet eine mehr ökonomische Verwendung des Stahls statt.

Diese Stähle finden ausschließlich in eigentlichen Hobelmaschinen Verwendung, welche vorzugsweise für die Bearbeitung der Metalle eine vielgestaltige Entwickelung gefunden haben (denn was man in der Bearbeitung des Holzes gemeinhin Hobelmaschine nennt, ist zwar eine zum Ersatz des Handhobels bestimmte Maschine, die aber, weil sie mit rotirendem Werkzeug arbeitet, zu den Fräsmaschinen gehört). Man kann die Metallhobelmaschinen nach der Richtung, in welcher die einzelnen Schnitte erfolgen, in Vertical- und Horizontalhobelmaschinen eintheilen; bei den letztern empfiehlt sich eine weitere Untereintheilung in Horizontalhobelmaschinen mit bewegtem und solche mit feststehendem Stahl.

Die Einrichtung der Verticalhobelmaschinen für Metalle (auch Stoßmaschinen genannt) ergibt sich aus den Fig. 1—3. Man erkennt hier, daß der Hobelstahl am untern Ende eines vertical geführten Stößels eingespannt ist, welcher von einer horizontalen, mit Stufenscheiben versehenen Antriebwelle aus durch Kurbel und Zugstange (Fig. 2) oder durch Zwischenräder und Kurbelgetriebe (Fig. 1 und 3) die erforderliche Auf- und Niederschiebung erhält. Das Arbeitsstück (bei Fig. 1 ein Stirnrad, dessen Nabe mit einer Keilnut versehen werden soll) wird auf einem horizontalen, mit eingehobelten Nuten versehenen Tisch festgespannt, welcher sowol einer drehenden Bewegung um eine verticale Achse als auch zweier Verschiebungen nach zwei horizontalen, unter rechtem Winkel sich durchschneidenden Richtungen fähig ist. Diese drei Bewegungen können sowol durch die Hand des bedienenden Arbeiters (durch Drehung dreier Handkurbeln) erfolgen, als auch von der Antriebwelle durch geeignete Mechanismen abgeleitet werden. Man kann so dem Arbeitsstück nach jedem Schnitt eine solche Verschiebung (Zuschiebung) ertheilen, daß die entstehenden Schnittflächen sich zu einer ebenen oder kreiscylindrischen oder überhaupt zu einer Oberfläche ergänzen, welche dem Geschlecht der allgemeinen Cylinderflächen angehört. Es ist z. B. möglich, auf einer solchen Stoßmaschine die Zahnlücken eines Stirnrades nach einer vorgerissenen Linie fertig zu hobeln. Hat

der Tisch eine solche Einrichtung, daß sein oberster Theil schief gestellt werden kann (Fig. 10), so wird es auch möglich, kegelförmige Gestalten auf Maschinen dieser Art zu vollenden.

Horizontalhobelmaschinen mit bewegtem Stahl (auch Feilmaschinen, Shapingmaschinen genannt) sind auf unserer Tafel durch die Figuren 4, 5 und 7 dargestellt. Der Stößel, welcher am vordern Ende in einem besondern Kopf den Stahl trägt, ist in einer horizontalen Prismenführung beweglich und erhält seine alternirende Bewegung von der Antriebwelle aus durch Mechanismen gleicher Art wie bei den Stoßmaschinen. Das Arbeitsstück wird auf einem consolenförmigen Tisch aufgespannt, welcher durch ein Schaltwerk eine schrittweise (den einzelnen Schnitten voranzugehende) Zuschiebung in horizontaler Richtung empfängt (Fig. 7); zuweilen steht auch dieser Tisch fest und es wird dem die Prismenführung des Stößels enthaltenden Theil durch Schaltwerk und Schraube die Querverschiebung ertheilt (Fig. 5); in beiden Fällen wird eine ebene Fläche an dem Arbeitsstück zu Stande kommen. Wird jedoch, wie in Fig. 4 und 5 angedeutet, das letztere auf einem horizontalen Dorn (zwischen zwei Kegel) eingespannt, welchem eine schrittweise Drehung ertheilt wird, so muß eine cylindrische Oberfläche entstehen, und es empfiehlt sich die so sich darbietende Herstellungsweise cylindrischer Oberflächen in denjenigen Fällen, wo dieselben nicht auf der ganzen Umfläche des Arbeitsstücks ausgebildet sind, daher sich zur Bearbeitung auf der Drehbank nicht eignen.

Horizontalhobelmaschinen mit feststehendem Stahl sind in den Fig. 6 und 9 zur Darstellung gebracht. Der Stahl sitzt in einem Support, welcher seine Schiefstellung und seine Verschiebung in verticalem Sinne gestattet und welcher selbst auf einem horizontalen, über die ganze Breite der Maschine reichenden Prisma verschiebbar ist. Hiernach kann dem Stahl nach jedem Schnitt mittels eines besondern Schaltwerks eine kleine Querverschiebung (zumeist auch eine Verschiebung in verticalem Sinne) ertheilt werden. Das Arbeitsstück wird mit Hülfe geeigneter Schrauben, Stege u. s. w. auf einem gußeisernen Tisch befestigt (aufgespannt), der mittels einer partiell ausgeführten Prismenführung auf einem langen und starken gußeisernen Bett horizontal verschiebbar ist. Auf seiner untern Seite trägt dieser Tisch eine Zahnstange, welche im Eingriff mit einem auf horizontaler Welle sitzenden Getriebe stehend von der Antriebwelle aus eine Vor- und Rückwärtsschiebung erhält. Es ist ersichtlich, wie hierdurch nach passender Anstellung des Hobelstahls die Oberfläche des aufgespannten Arbeitsstücks eben gehobelt werden kann. Damit auch Gegenstände von einiger Höhe Platz finden können, ist das den Support tragende Horizontalprisma an der Vorderseite zweier mit dem Bett verschraubter oder an demselben angegossener gußeiserner Ständer, welche am obern Ende durch einen Querbalken verbunden sind, vertical verschiebbar eingerichtet; seine Hebung und Senkung vollzieht sich mit Hülfe zweier verticaler Schrauben von gleicher Ganghöhe, welche von einer oberhalb der Ständer gelagerten Horizontalwelle aus gleichzeitig und gleichschnell gedreht werden können. Zwei an der Seite des Tisches in beliebigem (der Länge des Arbeitsstücks entsprechenden) Abstand zu befestigende Knaggen (in Fig. 5 zu sehen) bewirken durch ihren Anstoß an einen kurzen Hebel die rechtzeitige Umsteuerung der Tischbewegung und gleichzeitig die Querversetzung des Stahls.

Zu den Hobelmaschinen dieser Art ist auch die in Fig. 8 dargestellte Holzhobelmaschine (Abziehmaschine) mit dreifeststehenden Stählen zu rechnen, bei welcher die untere Seite eines in horizontaler Richtung zugeschobenen Bretes, indem es nach oben sich gegen stehende Walzen stützt, über die Schneiden von Hobelmesser läuft, von denen jedes einen breiten, der Figur deutlich angegebenen Span abnimmt. Die Messer reichen hier über die ganze Breite des Arbeitsstücks, was wegen der größern Weichheit des Materials zulässig ist; die Zuschiebung des Bretes erfolgt mit Hülfe glatter oder gerippter gußeiserner Walzen, welche paarweise vor und hinter den Messern angeordnet sind und in dem erforderlichen Sinne drehende Bewegung um ihre Achsen erhalten. Maschinen dieser Art können ebenso die Glättung von Bretern und Pfosten zum Zwecke haben, wie auch die Herstellung dünner Holzblätter für die Fabrikation der Schachteln u. dgl. Behandelt man das Holz vorher mit heißem Wasserdampf, der ihm eine auffallende Weichheit ertheilt, so kann man den Messern eine sehr große Breite geben, und es vermag alsdann eine solche Maschine die auf Taf. 2 dargestellte Fournierschneidemaschine mit großem Vortheil zu ersetzen bei der Herstellung der eigentlichen Fournüre, da sie keinen Verlust durch Späne veranlaßt. Die in Fig. 8 dargestellte Maschine enthält übrigens noch zur Bearbeitung der einen Seitenfläche des Bretes rotirende Werkzeuge (Fräser, Schneidlöpfe), auf welche wir bei Besprechung der Fig. 6 zurückkommen.

Bohrer und Bohrmaschinen.

(Tafel 5.)

Zur Herstellung eines kreisrunden Lochs in Holz oder Metall genügt es, ein am Ende zugespitztes, mit scharfen oder schneidenden Kanten versehenes Werkzeug, den Stahl mit der Spitze auf das Arbeitsstück aufzusetzen und in Rotation um seine Achse zu versetzen, unter stetiger Ausübung eines Drucks in der Richtung dieser Achse. Das Werkzeug solcher Art heißt ein Bohrer. Die Form der Schneiden ist für verschiedene Materialien verschieden; auch hier muß der Zuschärfungswinkel der Schneiden um so größer sein (um so näher dem Grad kommen), je härter das zu bohrende Material ist. Bei den Bohrern für Holz (Fig. 13—17) ist daher die Schneiden unter einem Winkel von nur 30 Grad zugeschärft, bei den Metallbohrern unter einem solchen von 50—80 Grad. Unter den Holzbohrern hat der Nagelbohrer (Fig. 16 und 17) die einfachste Gestalt; hier läuft von der Spitze an die Oberfläche eines schlanken Kegels eine Furche nach rechtsgängigen Schraube gestaltet nach oben, deren Gang zumeist so wenig zugeschärft ist, daß eine eigentliche Ablösung von Material beim Gebrauch nicht erfolgt, vielmehr nur ein partielles Auseinanderdrängen der Fasern des Holzes, hinreichend, um einen Nagel von größerer Leichtigkeit einschlagen zu können. Die Theorie dieser einfachsten Bohrer wird mittels eines am [illegible] Ende sitzenden Griffs von Hand bewirkt. Der in Fig. 13 dargestellte Schneckenbohrer unterscheidet sich von dem Nagelbohrer außer durch die größern Dimensionen wesentlich durch den kleinern Zuschärfungswinkel der beim Bohren vorangehenden schraubenförmigen Schneide, welche die Ablösung breiter Späne zuläßt. Der Griff hat hier eine solche Größe, daß der Gebrauch beider Hände, also auch die Ausübung größern Drucks möglich ist. Fig. 14 zeigt einen Centrumbohrer, bei welchem an dem breiten kanten-förmigen Ende außer der beim Bohren vorangehenden Spitze einerseits ein scharfer, mit peripherisch gestellten Schneide versehener Vorschneider, andererseits eine [illegible] radialer Schneide ausgerüstete Schaufel sitzt; die Sch[illegible]

Lage der Drehungsachse, der Vorschneider zu entfernenden Holzfasern am Umfang des r ab, die Schaufel bewirkt die fortlaufende dieser Fasern mittels eines schraubengang- aufenden Schnittes. Als eine zu speciellem neue Variation des Centrumbohrers ist der bhrer, Fig. 15, zu betrachten, bei welchem schneider und Schaufel am Ende eines ab- Kegels sitzen; mittels dieses Bohrers ist in den Boden eines mit Flüssigkeit gefüllten Loch zum Einstecken eines Hahnes zu ie daß die Flüssigkeit ausfließt; sobald nämbhrer durchbricht, verschließt der nachfolgende ich die hergestellte Bohrung, worauf dann raschen Bewegung dieses Werkzeug gegen umzutauschen ist. Zu bequemerer Hand- Centrumbohrers bedient man sich allgemein 11 und 12 dargestellten Brustleier, in deren de der Bohrer eingesetzt wird, während auf pilzförmige Ende mit der linken Hand der Brust der erforderliche Druck ausgeübt die rechte Hand den in der Mitte befind- erfaßt und im Kreise herumführt. Von 18 — 22 dargestellten Metallbohrern Fig. 18 den gewöhnlichen (ältern) Spitzen dessen unterm Ende zwei symmetrisch zur lte Schneiden in einer Spitze zusammenlaufen; kommen bei der Umdrehung des Bohrers in einem Sinne) beide zur Wirkung. Da eser Art bei veränderlicher Härte des Ma- leicht verlaufen, so hat man dieselben daessert, daß man dem den Schneiden nach- Theil des Bohrers auf eine größere Länge gleich dem Durchmesser der Bohrung gab e recht sichere Führung des Bohrers im t vermittelte (s. Fig. 19); bei dem in Fig. ellten Bohrer, zum Bohren auf der Drehnmt, sitzt eine einzige Schneide am Ende cylinders, es fehlt daher die centrale Spitze; nenbohrer ist aus einem Stahlcylinder arbeitung zweier diametral gegenüberliegender ergestellt und durch Anschleifen zweier zu e zusammenlaufender Facetten. Als die voll- Form der Metallbohrer ist der in Fig. 22 Schraubenbohrer zu bezeichnen, bei as Abfließen der Späne in zwei schraubengen Kanälen mit erwünschter Regelmäßigkeit nn. Unter den zur Handhabung der Metallnenden Bohrgeräthen ist die in Fig. 9 Bohrkurbel eins der gebräuchlichsten; nterscheidet sich von der Brustleier wesentlich daß die Zustellung oder Zuschiebung des d. h. seine Verschiebung in der Richtung der achse) durch Vermittelung einer kräftigen erfolgt, deren Muttergewinde sich in dem en Arm eines mit dem Arbeitsstück zu ver- Gestells befindet; hierdurch wird es mögBohrerschneiden — entsprechend der größern Materials — mit einer größern Kraft auf itsstück wirken zu lassen. Während die rechte Kröpfung der Bohrkurbel im Kreise herumvirkt die linke Hand mittels eines durch den Stellscheibe gesteckten Knebels eine schrittweise ng. In Fig. 10 ist eine zweckmäßige Comder Bohrkurbel mit der Ratsche dargestellt; ält die Bohrkurbel nicht eine fortlaufende , sondern eine pendelartige Schwingung, von ohne weiteres Zuthun des Arbeiters die ung des Bohrers mittels Sperrklinke, Sperr- Schraube abgeleitet wird.

Bei den Bohrmaschinen ist nun immer Veranstaltung getroffen, daß von den beiden dem Werkzeug zu ertheilenden Bewegungen — Rotation und geradlinige Translation — jedenfalls die erstere von einer durch Elementarkraft betriebenen Transmissionswelle abgeleitet werden kann, während die zweite noch durch den Arbeiter mit Fuß oder Hand veranlaßt wird. So zeigt Fig. 5 eine Verticalbohrmaschine für Metalle, bei welcher das Arbeitsstück auf einem in passender Höhe einzustellenden Tische festliegt und der in eine verticale Spindel eingesteckte Bohrer durch Niederführung eines Fußhebels die geradlinige Verschiebung empfängt, während die drehende Bewegung derselben Spindel von einer umlaufenden Antriebwelle vermittels eines Riementriebes und eines Kegelräderpaars mitgetheilt wird. Damit es hierbei möglich werde, für Bohrer von verschiedenem Durchmesser nahezu dieselbe Umfangsgeschwindigkeit zu erreichen, deren Größe für jedes Material durch die Erfahrung festzustellen ist, enthält der erwähnte Riementrieb, wie die Figur erkennen läßt, vier Scheibenpaare von verschiedenem Uebersetzungsverhältniß nebeneinander. Damit ferner die Bohrspindel überhaupt beide ihr mitzutheilenden Bewegungen annehmen könne, versieht es sich, daß sie mit Nut und Feder durch die Nabe des getriebenen Kegelrades hindurchgehe, während dieses selbst mit dem Gestell in solcher Art verbunden ist, daß es zwar drehbar, aber nicht verschiebbar ist.

Von einer Verticalbohrmaschine mit selbstthätiger Zuschiebung gibt Fig. 4 eine perspectivische Ansicht. Auch hier erfolgt die Drehung der Bohrspindel von einer horizontalen, mit Stufenscheiben versehenen Antriebwelle aus, mit welcher eine an der Decke des Arbeitsraums gelagerte Vorgelegswelle correspondirt. Durch ein besonderes, aus zwei Stirnräderpaaren bestehendes Rädervorgelege ist es hier möglich, die Zahl der dem Bohrer zu ertheilenden Geschwindigkeiten auf das Doppelte der Zahl der Riemenläufe (also hier auf sechs) zu bringen. Die automatische Zuschiebung des Bohrers wird von derselben Antriebwelle durch folgende Mechanismen abgeleitet: ein Riemenantrieb (dreiläufig, an der rechten Seite der Figur sichtbar), horizontale Zwischenwelle, Schraubenradeingriff, verticale Hülfswelle, Stirnräderpaar, Schraubenmutter mit Spindel; letztere ist mit dem Gestell auf Schiebung, mit der Bohrspindel auf Drehung verbunden, daher sich die der Schraubenmutter mitgetheilte Drehung in eine Verticalschiebung der Bohrspindel umsetzt.

Da es häufig vorkommt, daß an großen, schwer beweglichen Arbeitsstücken (Maschinengestelle, Dampfcylinder u. s. w.) mehrere Löcher nach derselben Richtung zu bohren sind, so hat man der Verticalbohrmaschine zuweilen eine solche Einrichtung gegeben, daß die Bohrspindel unbeschadet der ihr von der Antriebwelle aus zu ertheilenden Bewegungen innerhalb eines gewissen Raumes nach jedem beliebigen Punkt versetzt werden kann. Ist solches durch Radialschiebung des die Bohrspindel enthaltenden Schiebers auf einem horizontalen Arm und Drehung dieses Arms erreicht, so nennt man diese Art Bohrmaschinen Radialbohrmaschinen, deren eine auf unserer Tafel durch Fig. 8 dargestellt ist. Hier erfolgt die Drehung des erwähnten Arms um eine gußeiserne Säule, in deren Achse eine zur Uebertragung der Bewegung wesentlich erforderliche verticale Welle gelagert ist; dieselbe empfängt am untern Ende durch ein Kegelräderpaar die Rotationsbewegung von der horizontalen Antriebwelle aus und überträgt sie am obern Ende mittels eines zweiten Kegelräderpaars auf eine hori-

zontale (in unserer Figur deutlich sichtbare) Welle, welche an der Bewegung des Arms theilnimmt, wie auch an der geradlinigen Verschiebung des Bohrspindelschlittens; diese Welle ist einerseits mit dem getriebenen Kegelrad auf Drehung verbunden (mittels Nut und Feder), und treibt andererseits die Bohrspindel, wonach leicht zu übersehen ist, daß für alle möglichen Positionen des Bohrers der Bewegungszusammenhang zwischen Antriebwelle und Bohrspindel unverändert bestehen bleibt. Die Zuschiebungsbewegung des Bohrers wird von der Rotation desselben in gleicher Art abgeleitet, wie bei den in Fig. 4 dargestellten Maschinen. Nur ist hier wie dort die Möglichkeit herbeigeführt, die Zuschiebung auch von Hand (durch Drehung des rechts von der Bohrspindel sichtbaren Handrades) auszuführen. Das Arbeitsstück wird an der horizontalen oder verticalen, mit T-Nuten versehenen Gestellfläche befestigt, oder auch, wenn es sehr groß ist, unmittelbar auf den Fußboden gestellt.

Um die Leistung einer Bohrmaschine auf das höchste Maß zu bringen, hat man sie wol mit mehrern Spindeln und Bohrern ausgerüstet, welche gleichzeitig zur Wirkung gebracht werden können. Eine Bohrmaschine (vierspindelige Horizontalbohrmaschine) ist in Fig. 6 unserer Tafel dargestellt; dieselbe dient zur Durchbohrung kleiner Arbeitsstücke und zeigt zugleich die bemerkenswerthe Umkehrung, daß die Drehungsbewegung nicht den Bohrern, sondern den Arbeitsstücken mitgetheilt wird und die Bohrer nur die geradlinige Verschiebung erhalten; es kann daher diese Maschine auch als vierspindelige Drehbank angesehen werden. In jedem Fall repräsentirt sie ein für die Maschinentechnik wichtiges Princip, das Princip nämlich der Vervielfachung des Werkzeugs, wonach der Totalaufwand für Gestell, Bewegungsapparat u. s. w. sich für jedes einzelne Werkzeug erheblich abmindern läßt.

Ein anderes Princip ist durch die in Fig. 2 dargestellte einspindelige Bohrmaschine dargestellt: die Verschmelzung der Arbeitsmaschinen mit einem separaten Motor (hier eine Verticalbohrmaschine mit einer oscillirenden Dampfmaschine). Eine solche Verschmelzung gewährt mancherlei Vortheile: die Arbeitsmaschine wird von andern Arbeitsmaschinen völlig unabhängig, kann in der Gleichförmigkeit ihres Ganges nicht durch diese beeinträchtigt werden, auch ihrerseits auf andere nicht störend einwirken; der Verbrauch an motorischer Substanz findet nur so lange statt, als die Benutzung der Arbeitsmaschine erfolgt; auch erlangt dieselbe eine für gewisse Fälle (Herstellung großer Arbeitsstücke, Brücken, Schiffskörper u. s. w.) werthvolle Transportfähigkeit, wenn man nämlich die Einrichtung sich getroffen denkt, daß die motorische Substanz (Dampf, Wasser, comprimirte Luft) durch biegsame oder gelenkige Vorrichtungen von der Quelle derselben nach der Arbeitsmaschine hingeleitet wird.

Eine schöne und werthvolle Verallgemeinerung hat das Bohren endlich bei den sogenannten Langlochbohrmaschinen oder Nutenbohrmaschinen erfahren, die in den Figuren 1, 3 und 7 ihre Darstellung gefunden haben. Hier kommt zu den zwei oben erörterten Bewegungen noch eine dritte, nämlich eine geradlinige Translation des Arbeitsstücks rechtwinklig zur Bohrerachse (Fig. 3) oder — bei ruhendem Arbeitsstück — eine ebensolche Bewegung des Bohrers mit Bohrspindel und Zubehör. Denkt man sich den Bohrer zunächst bis zu einer gewissen Tiefe in das Arbeitsstück eingedrungen und sodann diese Bewegung innerhalb gewisser Grenzen hin und her erfolgen, unter jedesmaliger Tiefenstellung des Bohrers in den Umkehrmomenten, so wird statt eines kreiscylindrischen Loches eine Nut mit halbcylindrisch abgerundeten Enden zu Stande kommen, deren Glätte und Sauberkeit den strengsten Anforderungen genügt. Solche Nuten (deren Enden sich übrigens nachträglich leicht rechteckig ausstemmen oder ausstoßen lassen) mußten früher mühsam mit dem Meißel oder Stemmeisen ausgearbeitet werden. Diese Langlochbohrmaschinen bilden übrigens den Uebergang von den Bohrmaschinen zu den Feilmaschinen, daher es kommt, daß die für Langlochbohrmaschinen gebräuchlichen Bohrer auf der die Feilmaschinen betreffenden Taf. 6 (in den Fig. 11 und 12, Zweizahnbohrer und Kronenbohrer) dargestellt sind.

Schleifsteine, Feilen und Fräsmaschinen.

(Tafel 6.)

Als ältestes und einfachstes Werkzeug zur Bearbeitung harter Materialien durch Hinwegnahme feiner Späne ist der von Hand geführte Schleifstein zu betrachten, aus einem Stück eines harten, grob- oder feinkörnigen Sandsteins, Thonschiefers oder andern Gesteins bestehend. Es ist anzunehmen, daß der Mensch auf dieses Werkzeug durch die Wahrnehmung gekommen ist, daß die bei den Reibmühlen (Taf. 1) angewendeten Steine sich infolge ihrer Rauhigkeiten in merklichem Grade selbst abnützen. Jedes rauhe Gesteinstück, wenn es auf einem Arbeitsstück unter einem Druck beharrlich hin- und hergetrieben wird, bringt durch Hinwegnahme vieler kleiner Theilchen eine Veränderung an diesem Arbeitsstück hervor. Gegenwärtig sind die Handschleifsteine besonders zum Schärfen der Messer, Meißel und anderer Stahlwerkzeuge im Gebrauch, und es ist hier gewöhnlich die Bejiehung zwischen Werkstück und Werkzeug insofern umgekehrt, als man ersteres auf letzterm herumreibt, besonders wenn es durch Schleifen zu bearbeitende Stück nicht sehr groß ist. Doch gibt es genug Fälle, in denen dem Handschleifstein die Bewegung ertheilt wird (Schleifen der Sense), und besonders hat man künstliche Schleifsteine (bereitet aus einer Mischung von Leim und Schmirgelpulver oder vulkanisirtem Kautschuk und dergleichen Sand u. dgl.) in solcher Art vorgerichtet, mit einem handlichen Griff verbunden, daß die Führung auf der Oberfläche eines Arbeitsstücks mit Leichtigkeit erfolgen kann (Taf. 6, Fig. 22). Um solchem Werkzeug die höchste Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung zu ertheilen, hat man später dasselbe aus gehärtetem Stahl gefertigt und die erforderliche rauhe Oberfläche durch Aufhauen derselben mit einem spitzen oder schneidigen Werkzeug hergestellt (Raspeln, Fig. 20, Feilen, Fig. 21.) Um kleinere Arbeitsstücke, die nicht durch ihr eigenes Gewicht festliegen, beim Gebrauch solcher Werkzeuge gehörig festzuhalten, hat man besondere Einspannvorrichtungen erfunden, als deren wichtigster Repräsentant der Schraubstock in Fig. 19 unserer Tafel dargestellt ist. Derselbe besteht aus zwei durch Scharnier drehbar verbundenen Backen, welche mittelst einer Schraube gegeneinander verstellt werden können und zwischen denen das Arbeitsstück so festgeklemmt wird, daß die zu bearbeitende Oberfläche freiliegt und für den Gebrauch der Feile oder Raspel zugänglich ist. Von den beiden Backen ist der eine fest mit einer Werkbank verbunden.

Wie nun bei weiterer Entwickelung aller Werkzeuge, insbesondere zur Benutzung elementarer Betriebskräfte, die drehbare Bewegung zu Hülfe genommen wird, so haben sich auch hier in dem rotirenden Schleifstein (Fig. 4) und in der Fräse (Fig. 11 bis 18), die man als rotirende Feile betrachten kann, höchst

istungsfähige Maschinenwerkzeuge herausgebildet, den allgemeine Benutzung zur Bearbeitung der Metalle und Hölzer noch fortwährend im Zunehmen begriffen ist.

Der in Fig. 4 dargestellte einfache Schleifstein ist jeder Holz- und Metallbearbeitungswerkstatt anzuessen; ein kreiscylindrisch behauener feinkörniger Sandstein ist mittels gußeiserner Scheiben, die ihn zwischen sich fassen, mit einer horizontal gelagerten Welle verbunden und erhält von einer Antriebwelle aus mittels eines Treibriemens rotirende Bewegung; die Lager der Welle sitzen auf dem Rande eines gußeisernen Trogs, welcher das zur Kühlbaltung des Arbeitsstücks etwa zugeführte Wasser und die durch den Schleifprocess losgerissenen Theilchen des Steins und des Werkstücks (den Schleifschmant) aufzunehmen bestimmt ist. Vor dem Stein, wo die Oberfläche desselben im Niedergang begriffen ist, trägt der Trog mittels zweier nach dem Steindurchmesser verstellbarer Stützen eine gußeiserne Schiene (die Auflage) zur Unterstützung des zu schleifenden Stücks. Für den gewöhnlichen Antrieb sind auf der einen Seite des Steins zwei Riemenscheiben, eine Fest- und Losscheibe, auf die Welle gekeilt; auf der andern Seite sitzt eine hölzerne Scheibe von größerm Durchmesser, welche beim Abdrehen des Steins zur Herstellung der kreiscylindrischen Form desselben benutzt wird, wobei eine geringere Umfangsgeschwindigkeit genügt.

Der in Fig. 8 dargestellte mehrfache Schleifstein soll wieder das Princip der Vervielfachung des Werkzeugs illustriren: dasselbe Gestell, derselbe Antriebmechanismus dient gleichzeitig für sechs Schleifsteine; sind dieselben in verschiedenem Grade feinkörnig, so kann die Vollendung eines Arbeitsstücks, indem der Arbeiter zuerst die groblörnigen, zuletzt die feinkörnigen Steine benutzt, mit möglichst geringem Zeitverlust erfolgen.

Die Fräsen sind aus gehärtetem Stahl hergestellte Rotationskörper, auf ihrem Umfang mit Schneiden versehen, welche durch Drehung des Werkzeugs um die geometrische Achse zur Wirkung gelangen. Die in den Fig. 11 bis 15 dargestellten Fräsen für Metall schließen sich am nächsten an die Metallbohrer an; die mit 11 und 12 bezeichneten wurden schon als Langlochbohrer erwähnt; unter Fig. 13 und 14 sind zwei sogenannte Senker dargestellt, welche dazu dienen, cylindrische Löcher kegelförmig oder halbkugelig zu erweitern; Fig. 15 stellt die am häufigsten angewendete Scheibenfräse dar, die entweder mit ihrer cylindrischen Umfläche oder mit ihrer ebenen Endfläche benutzt werden kann. Eine sehr ausgedehnte Verwendung finden die Fräsen zur Herstellung verzahnter Räder, wenn an deren richtige Form die höchsten Anforderungen gestellt werden. Zu Fig. 6 ist eine hierzu brauchbare Maschine (Räderschneidemaschine) zur Darstellung gebracht. Die Fräse, deren Form genau der Gestalt der herzustellenden Zahnlücken entspricht, sitzt auf einer horizontalen Achse, die von der Antriebwelle aus eine langsame Drehbewegung erhält; gleichzeitig kann man ihr eine geradlinige Verschiebung in verticalem Sinne ertheilen; das Arbeitsstück, ein gegossenes glattrandiges Rad, ist an eine Planscheibe aufgespannt, welche sowol einer horizontalen Verschiebung als auch einer horizontalen Drehung fähig ist; die erstere wird dazu benutzt, das Rad gegen die Fräse richtig anzustellen, die letztere, dasselbe nach Vollendung einer Zahnlücke um den erforderlichen, der Radtheilung entsprechenden Winkel zu drehen. Indem, wie aus der Figur zu ersehen, der Aufspanntisch auch schief gestellt werden kann, ist es möglich, diese Maschine auch zur Herstellung von Kegelrädern zu benutzen.

In neuerer Zeit hat sich die Benutzung der Fräsmaschinen für Metallbearbeitung ungemein gesteigert; dieselben sind überall, wo es sich um fabrikative Herstellung von Maschinentheilen und ganzen Maschinen handelt, mit entschiedenem Vortheil zu brauchen und lassen am besten die genaue Uebereinstimmung aller Exemplare eines gewissen Arbeitsstücks erreichen. Letzterer Umstand ist von großer praktischer Wichtigkeit bei der Herstellung z. B. der Handfeuerwaffen, der Schlösser und der Nähmaschinen.

Die zur Bearbeitung des Holzes dienenden Fräsen unterscheiden sich von den Metallfräsen wesentlich in zwei Punkten: die Schneiden sind schärfer zugeschliffen und die Umfangsgeschwindigkeit ist eine erheblich größere, beides mit Rücksicht auf die Weichheit und die faserige Structur des Holzes; in den Fig. 7, 16—18 sind die hauptsächlichsten Formen der Holzfräsen (Fräsköpfe, Messerwalzen) dargestellt. Fig 7 zeigt eine zur Herstellung ebener Flächen dienende Holzfräse, bei welcher die Schneiden eine schraubengangförmige Gestalt haben, womit eine möglichst gleichförmige Wirkung erzielt wird: die Figur läßt zugleich erkennen, wie das Anschleifen der Schneiden nach eingetretener Abnutzung zu bewirken ist: auf einer zur Fräsenachse parallelen, mit doppelten Schraubengängen versehenen Welle wird eine schmale Schleifscheibe, die in schneller Rotation begriffen ist, langsam hin- und hergeführt, unter angemessener Anstellung an die Fräse. Messerköpfe dieser Art werden in Maschinen von der durch die Fig. 2 und 9 dargestellten Anordnung zur Wirkung gebracht, indem das Arbeitsstück (ein Bret, eine Pfoste u. s. w.) mittels einiger Paare gerifselter und stark belasteter Walzen darunter hingeschoben wird. Da solche Maschinen mit großem Vortheil die sonst zur Bearbeitung gebräuchlichen Hobel ersetzen, so pflegt man sie gewöhnlich mit dem Namen Hobelmaschinen zu belegen.

Die in den Fig. 16 und 18 dargestellten Fräsen wirken mehr schabend als schneidend; die Messer stehen senkrecht zur Oberfläche des Werkstücks; dieselben dienen vorzugsweise zur Herstellung geschweifter Leisten, in welchem Falle die Fräsmaschine die in Fig. 3 ersichtliche Anordnung erhält: eine verticale, mit großer Geschwindigkeit umlaufende Welle ragt mit dem obern Ende über einen gußeisernen gehobelten Tisch hervor und trägt hier den Fräskopf; der Arbeiter führt das Arbeitsstück in der erforderlichen Richtung diesem Fräskopf langsam entgegen, womit eine der jeweiligen Gestalt der Fräsen entsprechende Profilirung desselben zu Stande kommt.

Auch zur Herstellung von Nuten, Federn und Zapfen können rotirende Messerwalzen mit Vortheil verwendet werden, indem man den Schneiden genau die Breite des wegzuarbeitenden Holzkörpers zur Länge gibt und übrigens sie so gestaltet, daß sie zu einiger Tiefe einzudringen vermögen (Fig. 17). Handelt es sich um Herstellung eines Zapfens am Ende eines Ballenstücks, so erhält die Fräsmaschine (Zapfenschneidemaschine) die in Fig. 1 dargestellte Form; das Werkstück ist auf einen Tisch festgespannt, die Fräsenachse findet sich an einem Schlitten gelagert, welcher mittels eines Handhebels langsam vertical abwärts geführt werden kann, womit der Fräskopf zur Wirkung gebracht wird; derselbe enthält in diesem Fall zwei Messer, damit die beiden seitwärts vom Zapfen befindlichen Holzkörper weggearbeitet werden.

Sollen dagegen Bretter auf ihren Seitenflächen mit Nut und Federn versehen werden, so nimmt die Ma-

schine die durch Fig. 5 vorgeführte Gestalt an; hier sitzen die Schneidköpfe auf zwei im Gestell gelagerten verticalen Wellen, deren Drehung von der horizontalen Antriebwelle aus mittels halbgeschränkter Riemen erfolgt, und es wird das Bret mittels zweier Paare belasteter Riffelwalzen zwischen ihnen hindurchgeführt.

Nicht selten werden Holzfräsmaschinen mit mehrern (2—4) Fräsköpfen in solcher Art ausgerüstet, daß drei oder alle vier Seiten eines Bretes gleichzeitig fertig gefräst werden können (Fig. 9).

Die bisher besprochenen Holzfräsen faßt man häufig mit dem Namen Walzenfräsen zusammen; die wirksamen Schneiden sitzen auf dem walzenförmigen Theil der Oberfläche; in Fig. 10 ist noch die Form und äußere Anordnung einer Scheibenfräse dargestellt, bei welcher die Schneiden in radialer Stellung auf der ebenen Endfläche des Rotationskörpers sich befinden; die Wirkung solcher Schneiden kommt noch am meisten derjenigen des Handhobels nahe, da dieselben über die ganze Breite des Werkstücks hinstreifen und längere Späne ablösen; gibt man den in die Fräse eingesetzten Messern die Einrichtung der Doppeleisen der Handhobel (Taf. 4, Fig. 14), so eignet sich diese Form in besonderm Maße zum Schlichten, d. h. zur letzten feinen Bearbeitung der Oberflächen, womit sich der Name Schlichthobelmaschine rechtfertigt.

Wegen ihrer Einfachheit und Leistungsfähigkeit nehmen die Fräsmaschinen als Hülfsmittel zur Herstellung ebener und cylindrischer Oberflächen unter Benutzung elementarer Betriebskraft gegenwärtig den ersten Rang ein.

Drehstühle und Drehbänke.

(Tafel 7.)

Zur Herstellung solcher Arbeitsstücke, welche die Gestalt eines Rotationskörpers empfangen sollen, sind die auf Taf. 7 dargestellten Maschinen unentbehrliche Hülfsmittel. Das Charakteristische derselben liegt in der Veranstaltung, daß das Werkstück in rotirende Bewegung um eine meist horizontale Achse versetzt wird, während ein meißelförmig zugeschliffenes Werkzeug (der Drehstahl), in geeigneter Art unterstützt, an dem Umfang desselben zur Wirkung gebracht wird; alle entgegenstehenden Theile des Werkstücks in Form dünner Späne ablösend. Da jeder Punkt eines rotirenden Körpers einen Kreis beschreibt, so müssen alle Querschnitte des Arbeitsstücks Kreise werden, wenn nur der Drehstahl während jeder Umdrehung desselben seinen Abstand von der Drehungsachse nicht verändert; gibt man nun dem Drehstahl während schneller Rotation des Werkstücks eine langsame seitliche Verrückung auf einer zur Drehungsachse parallelen Geraden, so muß ein schraubengangförmiger Schnitt entstehen, dessen einzelne dicht aneinander fallende Windungen eine kreiscylindrische Oberfläche bilden, und es erhellt, wie auf solche Art, indem man nur die Richtung der Form der von dem Drehstahl beschriebenen Bahn ändert, die Herstellung kegelförmiger, ebener, kugelförmiger und anderer Oberflächen gelingen muß.

Die älteste und einfachste Vorrichtung zum Drehen ist der Drehstuhl (Fig. 11), der jetzt fast nur noch zur Herstellung sehr kleiner Arbeitsstücke, z. B. in den Uhrmacherwerkstätten, benutzt wird; hier wird das Arbeitsstück zwischen zwei Stahlspitzen eingespannt, die gegeneinander verstellt werden können; dieselben sitzen in zwei Docken, von welchen die eine mit dem horizontalen, in einen Schraubstock einzuspannenden Stab ein Ganzes bildet, die andere nach der Länge des Stücks auf diesem Stab versetzt werden kann. Auf das Arbeitsstück selbst setzt man eine kleine Rolle, um welche die Schnur eines Fiedelbogens [illegible] zieht man den letztern mit der Hand [illegible] versetzt man das Arbeitsstück in [illegible] wärtsdrehung und kann nun durch [illegible] stahls mit der andern Hand, [illegible] T förmigen Auflage, das Abdrehen [illegible] starker Späne bewirken. In früher[illegible] an vielen Orten (hier und da noch [illegible] bei denen die Drehung des Arbeitsstücks [illegible] Fußtritts bewirkt wurde; eine Schn[illegible] Tritt aufwärts geführt war, umschlang [illegible] Stück und war endlich mit dem ober[illegible] an der Decke befestigten elastischen [illegible] sodaß der Fuß des Arbeiters die [illegible] die Elasticität der Wippe aber die [illegible] des Werkstücks veranlassen konnte.

Weil der Stahl nur während der [illegible] auf das Arbeitsstück einwirken kann, [illegible] der Zeit verloren geht, wendet man [illegible] ausschließlich solche Drehvorrichtungen [illegible] eine ununterbrochene Drehung in [illegible] theilt werden kann. Die hauptsächlichsten [illegible] Vorrichtungen (Drehbänke) sind [illegible] dargestellt.

Bei der gewöhnlichen Fußdrehbank wird mittels eines durch den Fuß bewegten [illegible] zunächst eine im untern Theile des [illegible] Antriebwelle in Rotation versetzt, welche [illegible] Schnurlauf mit der im obern Theil, [illegible] des Arbeiters gelagerten Lauffspindel [illegible] gesetzt ist; mit dieser Lauffspindel wird [illegible] tende Stück auf irgendeine Art so [illegible] an der Drehbewegung derselben [illegible] lange Arbeitsstücke werden hierbei an [illegible] mittels der im sogenannten Reitst[illegible] Spitze unterstützt, daher die Stellung [illegible] gegen den die Lauffspindel enthaltenden [illegible] nach der Länge des Arbeitsstücks muß [illegible] können. Der Drehstahl wird von dem [illegible] Arbeiters gehalten, wobei die in [illegible] zu bringende Auflage zur Unterstützung [illegible] stahl bildet so einen zweiarmigen [illegible] kurzem Arm der aus der Festigkeit des [illegible] springende Widerstand angreift und [illegible] Arm die Kraft der Hände des Arbeiters [illegible] verschiedenen Formen der bei solchen [illegible] zuwendenden Drehstähle sind in Fig. [illegible] die ersten sechs dienen zum eigentlichen [illegible] letzten zwei (Strehler) zum Einschneiden [illegible] gängen in fertig gedrehte cylindrische [illegible]

Drehbänke, bei welchen sowol die [illegible] Arbeitsstücks wie auch die Führung [illegible] durch elementare Betriebskraft erfolgt, [illegible] portdrehbänke, deren einfachste Form [illegible] dargestellt ist. Die Lauffspindel trägt [illegible] Riemenscheiben von verschiedener Größe [illegible] gleich große Zahl von Scheiben an [illegible] welle entspricht, und es wird mittels eines [illegible] die Uebertragung der fortlaufenden Drehung [illegible] wirkt, sobald die Vorgelegswelle [illegible] Motor in Gang gesetzt ist. Der [illegible] einem Schlitten (Support) fest eingespannt [illegible] hält derselbe auf dem gehobelten [illegible] eine langsame Verschiebung parallel zur [illegible] durch Vermittelung einer im Innern [illegible] lagerten, daher in der Figur nicht [illegible] (Leitspindel), für welche der Support [illegible] untern Seite die passende Mutter trägt [illegible] der Leitspindel wird durch Riemen [illegible] von der Drehung der Lauffspindel [illegible]

stehend beschriebenes Arrangement nur zur Herstellung kreiscylindrischer Oberflächen brauchbar ist, bedarf keiner weitern Auseinandersetzung.

Die in Fig. 4 abgebildete Supportdrehbank zeigt den die eben besprochenen zwei bemerkenswerthe Abweichungen: der Spindelstock enthält außer der Laufspindel noch eine parallel zu derselben gelagerte Hülfsspindel, welche durch zwei Räderpaare so mit ihr verbunden werden kann, daß die auf die Stufenscheiben übertragene Bewegung erheblich verlangsamt der Laufspindel selbst mitgetheilt werden kann; da außerdem die Stufenscheiben direct mit der Laufspindel verbunden werden können, so ist es möglich, bei derselben Geschwindigkeit der Vorgelegswelle mittels einer vierfachen Stufenscheibe acht verschiedene Geschwindigkeiten dem Arbeitsstück mitzutheilen und so für in den Grenzen verschiedene Durchmesser desselben doch für dieselbe vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit zu erhalten. Die zweite Eigenthümlichkeit der Drehbank (Fig. 4) ist die gleichzeitige Einwirkung zweier Drehstähle auf beiden Seiten des Arbeitsstücks, welche nicht nur in die Leistung der Bank auf das Doppelte erhöhen, sondern auch die Durchbiegung des Arbeitsstücks unter der Einwirkung des Stahls verhindern soll; zur Aufnahme dieser beiden Stähle ist der Supportschlitten mit zwei besondern Supports ausgerüstet, von denen jeder für sich als Kreuzsupport ausgeführt ist, d. h. zu Horizontalschiebungen des Stahls nach zwei zueinander senkrechten Richtungen zuläßt. Die Detailanordnung solcher Kreuzsupports ist aus den Fig. 8 und 9 mit Deutlichkeit zu ersehen.

Die Maschinendrehbänke erhalten nicht selten, um die Verwendbarkeit möglichst zu erhöhen, ein geteiltes Bett (Fig. 3 und 10); unmittelbar neben dem Spindelstock, unterhalb des zum Einspannen der Arbeitsstücke mit geeigneten Vorrichtungen zu versehenden Spindelkopfs, ist das Drehbankblatt auf eine gewisse Länge hin ausgeschnitten, sodaß nun auch Arbeitsstücke von größerm Halbmesser, als der Spitzenhöhe entspricht, wenn ihre Länge nicht zu groß ist — abgedreht werden können. Die Beliebtheit dieser Drehbankform erklärt sich durch den Umstand, daß die am häufigsten vorkommenden Arbeitsstücke entweder lang und dünn oder kurz und dick sind; sie bildet den Uebergang zu den ausschließlich für scheibenförmige Arbeitsstücke von größerm Durchmesser bestimmten Planscheibenbänken, wie solche in Fig. 2 und 5 geführt werden. Zur Aufnahme des Arbeitsstücks ist hier eine große, auf den Spindelkopf aufgeschraubte, mit Durchbrechungen und T förmigen Furchen versehene außeiserne Scheibe (Planscheibe); der Spindelstock befindet sich mit dem Stahlsupport entweder auf einem besondern, jedoch durch eine Fundamentplatte mit dem Spindelstock verbundenen Bett (Fig. 2), oder er kommt ganz in Wegfall (Fig. 5), sodaß also nur für den Support ein besonderes Gestell erforderlich ist. Zum Abdrehen großer Riemenscheiben, Fensterscheiben, Zahnräder, Turbinenräder u. dgl. sind die Planscheibenbänke unentbehrlich.

Als eine Verdoppelung der gewöhnlichen Planscheibenbank kann die in Fig. 7 dargestellte Räderdrehbank angesehen werden, auf welcher die durch Abnutzung deformirten Spurkränze der Eisenbahnwagenräder abgedreht werden; bei diesem Abdrehen bleiben die Achse, Räder und Spurkränze zusammen, bilden ein Ganzes, welches wegen seiner Ausdrehung und wegen der Elasticität der Achse nicht von einer Seite her angetrieben werden darf; es werden daher beide Räder an Planscheiben, die eine selbständige Drehung erhalten, in Verbindung gesetzt, womit jede unerwünschte Erzitterung der Räder beim Angriff der Drehstähle vermieden wird; die Supports müssen eine Höhe haben, daß die Schneiden der Stähle nahe in der Höhe der Drehungsachse angreifen.

Die Formen der bei Maschinendrehbänken angewendeten Drehstähle sind aus Fig. 12 zu ersehen; hier sind a und c gewöhnliche Schruppstähle für Metalle, b ist ein Drehstahl für Holz, d und e sind Stähle, bei denen ein in einen schmiedeeisernen Schaft eingesetztes Stück Dreifanstahl oder Rundstahl die zur Wirkung kommende Schneide trägt; diese Ausführungsform gestattet eine möglichst ökonomische Verwendung des Stahls und macht das sonst unvermeidliche Ausschmieden des Werkzeugs entbehrlich.

Zuweilen werden die Maschinendrehbänke mit Einrichtungen versehen, welche den Stahl nach einer krummen Linie führen, z. B. mit einer façonnirten Leitschiene, gegen welche der oberste Querschieber stets durch ein Gewicht angedrückt wird (Curvensupport, Fig. 15).

Noch ist einer eigenthümlichen Modification der Drehbank zu gedenken, welche die Herstellung unregelmäßig gestalteter Gegenstände gestattet, unter Benutzung eines gegebenen Vorbildes (Patrone) einen mechanischen Copirproceß vollzieht. Das Princip dieser sogenannten Copirdrehbänke ergibt sich aus der Skizze Fig. 13. Patrone und Arbeitsstück sind mittels eines zweispindeligen Spindelstocks und eines doppelten Reitstocks zwischen Spitzen eingespannt und erhalten gleich schnelle Rotation in gleicher Richtung; gegen den Umfang der Patrone wird eine glattrandige Scheibe stetig angedrückt, welche sich mit einer in Drehung befindlichen Fräse auf einem gemeinsamen Querschieber befindet; die Fräse erhält daher eine gewisse von der Patrone abhängige Verschiebung und wird so, passend angestellt, die Form derselben an dem Arbeitsstück reproduciren; diese Fräse ersetzt hier den gewöhnlichen Drehstahl, daher diese Maschine ebenso wol zu den Fräsmaschinen wie zu den Drehbänken zu rechnen wäre.

Vorbereitungsmaschinen der Spinnerei.

(Tafel 8.)

Es ist für die Maschinenspinnerei in hohem Grade charakteristisch, daß sie nicht wie die Handspinnerei mit einem Schritte von der büschel- oder hausenweisen Anordnung der Fasern zu einem feinen Faden übergeht, vielmehr zunächst auf die Bildung eines starken bandförmigen Halbfabrikats hinarbeitet, in welchem die Fasern frei von allen fremdartigen Körpern möglichst regelmäßig, gerade ausgestreckt und parallellaufend nebeneinanderliegen und welches sodann erst ganz allmählich, schrittweise zu der geforderten Feinheit ausgezogen, endlich durch Zusammendrehen mit der erforderlichen Festigkeit ausgerüstet wird. Man kann daher wol zu Erlangung eines allgemeinern Ueberblicks die gesammte Maschinenspinnerei in zwei Abschnitte theilen: 1) Herstellung eines Bandes, und 2) Verwandlung dieses Bandes in Feingespinst; die hauptsächlichsten Formen der für den ersten Abschnitt angewendeten Maschinen sind auf Taf. 8 zusammengefaßt, während die Figuren der Taf. 9 sich auf den zweiten Abschnitt beziehen.

Beginnen wir bei Betrachtung der Taf. 8 mit dem wichtigsten Faserstoff, der Baumwolle, so haben wir daran zu erinnern, daß hier die erste mit maschinellen Hülfsmitteln auszuführende Operation das Egreniren, d. h. die Trennung der Fasern von den durch sie eingehüllten Samenkernen ist. Die Fig. 12 und 13 stellen zwei hierzu benutzte Maschinen im Verticalschnitt dar. Bei der Sägen-Egrenirmaschine, Fig.

12, ist der hauptsächlich wirksame Theil ein mit Kreissägen besetzter Cylinder a; b bezeichnet eine Bürstwalze, c c einen aus eisernen Stäben zusammengesetzten Rost, welcher unterhalb an der Platte d, zur Ausführung der Samenkerne dienend, befestigt ist und mit dieser Platte durch die in das Querstück f tretenden Schrauben e in die geeignete Lage gegen die Zähne der Sägeblätter gestellt werden kann. Um diese Verstellung zuzulassen, sind die Roststäbe oberhalb ebenfalls mit einer Platte verbunden, welche durch Scharniere g an dem obern Querstück h befestigt ist. Der Rumpf zur Aufnahme der zu egreuirenden Baumwolle wird zu beiden Seiten durch die Gestellwände, vorn durch die verstellbare Wandfläche i, unten durch den Rost und nach hinten durch die gekrümmte Platte l begrenzt; i kann vor und zurück, höher und tiefer gestellt und durch die Schraubenbolzen n an den Seitenwandflächen befestigt werden; es hat dies namentlich zum Zwecke, den an i unterhalb angebrachten Kamm k so gegen die Sägeblattwalze zu stellen, daß der Samen durch den zwischen k und c bleibenden Schlitz mit der erforderlichen Geschwindigkeit abziehen kann. Die gekrümmte Platte l ist bei o drehbar und kann durch die Schraube m in einer mehr oder weniger niederwärts geneigten Lage festgestellt werden, um dadurch das zu bearbeitende Material mehr oder weniger gegen die Sägeblätter gepreßt zu erhalten. Soll eine schnellere und intensivere Einwirkung auf die zu egrenirende Baumwolle erfolgen, so wird d gesenkt, ein weiteres Heraustreten der Zähne über den Rost dadurch bewirkt und gleichzeitig l nach vorn zu bewegt; die entgegengesetzte Stellung findet statt, wenn man langsamern Gang und schwächern Angriff auf die Fasern beabsichtigt. Fällt der Samen nicht schnell genug aus der Maschine, so wird i höher und weiter nach vorn zu gestellt; fällt der Samen zu schnell und noch nicht genügend gereinigt aus der Maschine, so findet die entgegengesetzte Verstellung von i statt. Auf der Rückseite der Walze befindet sich zwischen den Sägeblättern ein zweiter oder Reinigungsrost in verticaler Lage angebracht. Derselbe ist an der Platte p, welche unter dem Querstück h in Fugen der Seitenwände auf- und niedergeschoben werden kann, angebracht und besteht aus einzelnen Schienen q, welche nur durch eine Schraube r mit p verbunden sind und daher zwischen den Sägeblättern eine etwa erforderliche geringe Seitenbewegung annehmen können. Zwischen dem untern Ende von q und einer mit Weißblech beschlagenen Platte s ist ein Spalt vorhanden, durch welchen in der Richtung des Pfeiles 1 die gröbsten Schmutztheile austreten sollen; an der Stelle, wo der Pfeil 2 steht, soll der feinere Schmutz aus den Baumwollfasern niederfallen, die Baumwollfasern selbst aber sollen an der ebenfalls mit Weißblech beschlagenen Fläche t in der Richtung des Pfeiles 3 aufsteigen, unter welcher durch u der Raum für Aufsammlung der Unreinigkeiten abgeschlossen wird.

Die Sägen-Egrenirmaschinen empfehlen sich zwar durch ihre große Leistungsfähigkeit, jedoch verschlechtern sie einigermaßen die Qualität der Baumwolle, indem sie viele Fasern zerreißen. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes wurde die Kamm-Egrenirmaschine construirt, von welcher Fig. 6 ein perspectivisches Bild, Fig. 13 einen Verticalschnitt darstellt. In dem letztern bezeichnet A eine mit rauhem Leder überzogene Walze, welche in der Richtung des eingetragenen Pfeils rotirt und hierbei die Faserbüschel der ihr zugeführten rohen Baumwolle mit sich nimmt; das an ihren Umfang dicht angestellte Messer a hält hierbei die Samenkerne zurück, welche durch zwei in schneller Auf- und Niederschwingung begriffene Kamm- Faserbüschen getrennt (abgerissen) werden, zwischen den Stäben des Rostes [illegible] fallen; die Messer b b′ sitzen an den [illegible] c und erhalten ihre Bewegung von [illegible] Theil des Maschinengestells B [illegible] mittels zweier Kreisexcenter und [illegible] D d. Die rohe Wolle wird auf [illegible] gebreitet, welches über zwei Spannwalzen [illegible] und durch diese eine fortschreitende [illegible] sie geht unter der Riffelwalze h [illegible] einer Stachelwalze s in den Trog [illegible] Lederwalze A angeschoben. Die Stachelwalze s ist durch Schrauben e an dem Gestell F j angeschraubt. Die Bewegung der Walze A erfolgt von der [illegible] mittels eines Treibriemens und der [illegible] Die egrenirte Baumwolle wird [illegible] schnell rotirenden Riffelwalze G [illegible] abgeschlagen.

Das Egreniren der Baumwolle erfolgt [illegible] zeugungsort, also in den Baumwollplantagen Asiens u. s. w. selbst, worauf die [illegible] Transports in Ballen fest zusammengepreßt [illegible] Benutzung kräftiger Pressen. Dieses ist es nothwendig, daß in den mit der [illegible] Baumwolle sich beschäftigenden Spinnereien gewisse Auflockerungsmaschinen [illegible] kommen müssen. Zu diesen gehört der [illegible] gestellte Klopfwolf oder Whipper, [illegible] nerhalb eines hölzernen Gehäuses [illegible] armen versehene horizontale Wellen in [illegible] hung sich befinden; die Schlagarme [illegible] daß diejenigen der einen Welle [illegible] andern Welle hindurchgehen; auch [illegible] den Zwischenräumen beider noch [illegible] nern des Gehäuses in zwei Reihen [illegible] stehende Stäbe. Wird nun die [illegible] nommene Baumwolle mittels eines [illegible] tuchs und zweier Speisewalzen in [illegible] Gehäuses eingeführt, so erfolgt eine [illegible] lockerung, indem die oftmals zu [illegible] fenheit des Holzes erinnernden [illegible] Wollhaufen zerschlagen und so in [illegible] wandelt werden. Eine zweite, noch [illegible] lockerungsmaschine ist der in Fig. 1[illegible] ner (opener), bei welchem die Bearbeitung mit daumenförmigen Erhöhungen [illegible] erfolgt, welche die Baumwolle von [illegible] apparat empfangen und wiederholt [illegible] Reihen ähnlicher Zähne anwerfen. [illegible] Schlagtrommeln ist ein aus dünnen [illegible] mengesetzter Rost angeordnet, welcher [illegible] Körper (Sand, Samenkerne, Blätter [illegible] Baumwolle entfallen läßt; die auf [illegible] locerte und von groben Verunreinigungen [illegible] Baumwolle passirt noch zwei mit feinem [illegible] webe überzogene Siebtrommeln, [illegible] durch ein Windrad fortwährend [illegible] indem sich die Baumwolle an den [illegible] trommeln anlegt, wird sie vermittelst [illegible] den Windstroms von Staub und [illegible] chen befreit. Ein Lattentuch fördert [illegible] beitete Baumwolle wieder heraus. [illegible] bereitungsmaschine für Baumwolle [illegible] Wirkung sich an die beiden vorher [illegible] schließt, ist die Schlagmaschine [illegible] einem Vliesbildungs- und Aufrollapparat [illegible] einer Schlag- und Wickelmaschine [illegible] innere Einrichtung einer solchen [illegible]

s Fig. 14. Die Baumwolle wird auf einem Lattenh ausgebreitet und durch zwei Paar Rifselwalzen, iem Schlagflügel zugeführt im Innern des Gehäuses diesen Schlagflügel besteht aus drei, oder auch nur ei Stahlschienen, welche durch mehrere Armuze mit einer in schneller Rotation begriffenen Welle Verbindung stehen; es werden also die erwähnten bienen auf den aus den Speisewalzen hervortretenn Wollbart in schneller Folge und mit großer Gewindigkeit schlagend wirken und so die etwa noch rhandenen büschelweisen Anhäufungen der Baumlle des Weitern auflösen; unterhalb dieses Schlaggels ist ein Rost angeordnet, durch dessen Fugen ode Verunreinigungen entweichen. Die aufgelocerte umwolle passirt nun den sogenannten Flugraum b d verdichtet sich auf dem Umfang der Siebtrommel deren Inneres stetig evacuirt wird, zu einem Vlies; selbe wird von dem Walzenpaar d abgelöst, zwien den Walzen e, f, g, h verdichtet und endlich auf er großen Holzspule zu einem Wickel i zusammenwickelt. Damit die Ablösung des Vliefes von der ebtrommel c sich leichter vollziehe, wird an der treffenden Stelle der Windstrom durch einen Schirm bgeschnitten, welcher durch einen Hebel m, ausbauirt durch ein Gewicht n, mit der Achse der Siebmmel fest verbunden ist; diese Achse steht fest und dreht sich die Siebtrommel mit Hohlzapfen auf ihr. i Fig. 15 ist eine modificirte Anordnung der Schlagd Wickelmaschine dargestellt; es bezeichnet hier a den hlagflügel, c d den Rost, b den Flugraum, e und f ei die Siebtrommel ersetzende endlose Siebtücher, die Comprimirungswalzen, hinter denen der Wickelparat folgt; bei h und i münden die nach einem indrad führenden Saugkanäle l und m, durch welche Abführung des Staubes aus der Baumwolle erg; k ist ein Behälter zur Aufnahme durchfallender hwerer) Verunreinigungen, zugleich zum Abschluß Luft nach unten dienend. Damit man für kurze umwollen die wirksame Kante des Schlagflügels glicht der Stelle nähern kann, an welcher die Festtung des Wollbarts stattfindet, hat man die Zurungswalzen oftmals, wie Fig. 16 zeigt, durch eine lde a und eine darüber gelagerte Stachelwalze b ert, welche Theile sich ziemlich nahe an die (von den Rn g geführte) Schlagschiene anstellen lassen; man eichnet diese Einrichtung mit dem Namen Muldenführung.

Die äußere Erscheinung der Schlag- und Wickelschinen ist auf unserer Tafel durch die perspectiven Bilder Fig. 9 und 10 wiedergegeben.

Das auf diesen Maschinen erzeugte Vlies gelangt ölich auf die Krempel, Fig. 7, deren Aufgabe in nochmaligen gänzlichen Auflösung aller Faserbüschel mittels der allerfeinsten Werkzeuge (Kratzen) und der Zusammenfügung der Fasern zu einem noch ichmäßigern Vlies oder Band besteht. Die eigenmliche büschelzerfasernde und faserwereinigende irkungsweise der Kratzen, des wichtigsten Werkgs zur Vorbereitung der kurzfaserigen Gespinstffe, mag zunächst mit Hülfe der schematischen g. 17 und 18 erläutert werden. Dieselben stellen ei Paar Kratzen, mit Drahthäkchen von winkeliniger Gestalt dicht besetzte Lederblätter, in zwei schiedenen Arten des Zusammenwirkens dar; bei g. 17 sind die Drahthäkchen in der Richtung ihrer itzen entgegengesetzt; denkt man sich daher die une aufgelockerte Wolle, also entgegengesetzt der Richtung des eingezeichneten Pfeils, so werden die Häkchen der letztern von allen den Stellen der erstern, wo Baumwolle im Ueberfluß aufliegt, einen Theil derselben wegnehmen und an solche Stellen, welche frei geblieben sind, absetzen, sodaß demnach eine Auflösung der Faserbüschel und eine gleichmäßige Anordnung der Fasern auf beiden Kratzen das Resultat dieser einfachen Operation sein wird. Fig. 18 zeigt dagegen zwei Kratzen, deren Häkchen nach derselben Richtung abgebogen sind; ist die obere (a) mit Fasermaterial erfüllt und bewegt sie sich in der Richtung des eingezeichneten Pfeils über die untere hin, so wird das gesammte Material in die untere Kratze übergehen. Auf diese beiden Benutzungsarten gründet sich die eigentliche Wirkung der Krempelmaschinen, in welchen um eine mit Kratzen besetzte und schnell rotirende große Walze (Trommel, Tambour) eine Anzahl kleinere Walzen (Arbeiter und Wender) oder mit Kratzenbeschlag versehene festliegende Decken oder Walzen und Decken zugleich so angeordnet sind, daß die mittels eines Speiseapparats zugeführte Baumwolle in Einzelfasern aufgelöst und zu einem zarten, an den Drahthäkchen des Tambours sitzenden Vlies umgestaltet wird, welches, auf den Umfang einer folgenden Walze (des Filletes) übertragen, gleichzeitig durch Zusammenschiebung der Fasern verdichtet, endlich mittels einer feingahnigen, in schneller Schwingung begriffenen Stahlblechschiene (Hacker) abgelöst, mittels eines Trichters zu einem Band zusammengezogen und in einen Blechtopf abgeführt wird. Die in Fig. 7 dargestellte Krempel, aus der Fabrik von Schimmel und Comp. in Chemnitz, enthält sowol Wender und Arbeiter als auch Deckel, und für letztere einen selbsttthätig wirkenden Apparat zum Ausputzen derselben; sie repräsentirt also diese Maschinengattung in ihrer heutigen vollkommensten Gestalt.

Wenden wir uns zu den Vorbereitungsmaschinen für die Schafwolle, so haben wir uns mittels Fig. 4 zunächst mit einer der am häufigsten angewendeten Maschmaschinen bekannt zu machen, auf welcher der an den Wollhaaren klebende Fettschweiß entfernt wird. Man behandelt die Wolle in einem großen hölzernen oder metallenen Trog, in der Figur abgebrochen dargestellt, mit warmem Seifenwasser, welches den Fettschweiß löst, und entfernt sodann den größten Theil der anhängenden Flüssigkeit mittels eines Walzenpaars, durch welches die mit Rechen ausgeschöpfte Wolle hindurchgehen muß. Die untere Walze ist von Gußeisen, glatt abgedreht, die obere mit Wollband überzogen, also in gewissem Grade weich und elastisch, und durch Gewichtshebel stark belastet. Es muß also ein Auspressen der Wolle erfolgen; dieselbe wird endlich mittels eines Lattentuchs in einen Korb befördert und erfährt ihre vollständige Trocknung in einem Trockenraum oder mittels einer Trockenmaschine.

Für die Vorbereitung der kurzhaarigen Schafwolle (Streichwolle) ist der in Fig. 2 dargestellte Reißwolf von einiger Wichtigkeit, welcher die erstmalige Auflockerung der Wolle zu besorgen hat. Innerhalb eines halbcylindrischen Gehäuses dreht sich eine mit Stahlspitzen ringsum besetzte Trommel, welcher die Wolle mittels eines aus Lattentuch und Rifselwalzen bestehenden Speiseapparats entgegengeführt wird; durch eine im Gehäuse angebrachte, dem Speiseapparat gegenüberliegende Oeffnung wird alsdann die aufgelockerte Wolle wieder herausgeschleudert. Benutzt man diese Maschine zur Bearbeitung der für den Krempelproceß mit Oel benetzten Wolle, so gibt man ihr den besondern Namen Oelwolf.

In Fig. 5 ist ein sogenannter Klettenwolf dargestellt, welcher die nicht ganz leichte Aufgabe zu lösen

hat, die in mancher Schafwolle reichlich vorhandenen hakigen Samenkerne (Kletten) vollständig und ohne Wollverlust zu entfernen; der wesentlich wirksame Theil dieser Maschine ist eine mit feinzahnigen, tangential gestellten Stahlschienen besetzte Walze (Klettenwalze), auf deren Umfang die klettenhaltige Wolle aufgestrichen (aufgebürstet) wird, dergestalt, daß die Kletten auf der Außenseite freiliegen und mittels einer schnell umlaufenden Messerwalze abgeschlagen werden können: eine der sinnreichsten Maschinen der Wollspinnerei.

Von den zur Gewinnung des Flachses dienenden Hülfsmaschinen wurden als besonders charakteristisch zwei Flachsbrechen (Fig. 3 und 8) auf die vorliegende Tafel aufgenommen. Dieselben sollen den holzigen Theil der Flachsstengel, nachdem der die Flachsfasern mit demselben verbindende gummiartige Stoff durch den Röstproceß zerstört worden ist, in kurzen Zwischenräumen zerbrechen, sodaß die vollständige Abstreifung dieser holzigen Theile auf der Schwingmaschine sich mit Leichtigkeit vollzieht. Bei der in Fig. 8 dargestellten Brechmaschine befinden sich zwei Reihen oder Gruppen gußeiserner Hebel in schwingender Bewegung gegeneinander; die Kanten derselben streifen ein wenig übereinander, sodaß dazwischengehaltene Flachsstengel brechen müssen. Fig. 3 zeigt die zu besonderer Verbreitung gelangte Guild'sche Flachsbreche, deren wirksame Theile zwei Paar gerifflelte Walzen sind, zwischen welchen die auf einem Tisch ausgebreiteten Flachsstengel hindurchgehen. Die von allen Holztheilen befreiten Flachsfasern unterliegen später einem sogenannten Hechelproceß, durch welchen die langen Fasern (Langflachs) von den kurzen (Werch) vollständig getrennt werden. Aus erstern wird in sehr einfacher Art durch Anstückeln einzelner Zöpfe aus dem endlosen Tuch einer Anlage ein endloses Band erzeugt, während für das Werch die schon oben besprochene Krempel in Anwendung zu bringen ist. Ueberhaupt bildet die Krempel, wie man sagen kann, ein Universalwerkzeug zur Ueberführung alles kurzfaserigen Gespinstmaterials (Baumwolle, Schafwolle, Werch, Floretseide) in die Form gleichmäßig beschaffener Vliese oder Bänder, deren Umwandlung in fertiges Gespinst sodann mit Leichtigkeit erfolgen kann.

Vor- und Feinspinnmaschinen.

(Tafel 9.)

Nachdem mittels der Krempel- oder anderer Vorbereitungsmaschinen die spinnbaren Fasern der Baumwolle, Schafwolle u. s. w. in einer solchen Art zusammengefügt sind, daß sie ein fortlaufendes Vlies oder Band von einiger Consistenz bilden, handelt es sich zur Umwandlung desselben in fertiges Garn oder Feingespinst um Herstellung höchster Gleichförmigkeit dieses Bandes hinsichtlich seiner Dicke durch wiederholtes Zusammenlegen mehrerer Bänder (Dubliren), sodann um möglichste Geradlegung aller Fasern nach der Richtung der Länge des Bandes durch Ausziehen oder Strecken der dublirten Bänder, hierauf um schrittweise Verdünnung derselben durch fortgesetztes Strecken unter gleichzeitiger Ertheilung einer die erforderliche Consistenz des Fadens erzeugenden schwachen Drehung (Vorspinnen), endlich um Verdünnung des Vorgarns zu der vom Feingespinst geforderten Feinheit und Herbeiführung der nothwendigen Festigkeit desselben durch stärkeres Zusammendrehen (Feinspinnen).

Unsere Tafel enthält die Repräsentanten der wichtigsten zu diesen Operationen benutzten Arbeitsmaschinen.

Das bloße Zusammenlegen mehrerer Bänder, die von einer Reihe nebeneinanderstehender Krempeln herkommen, bewirkt die in Fig. 4 dargestellte Kanalmaschine. Dieselbe enthält zwei abwechselnd nutzende Holzspulen, auf welche die zu vereinigenden Band zusammenzulegenden schmalen Bänder mäßigen Schichten aufgewickelt werden. Das Abwickeln wird dadurch vermittelt, daß abwechselnd eine andere Spule mit angemessenem Druck gegen die gerippten Wickelwalzen aufruht, welche eine Rotationsbewegung um ihre Achsen erhalten. Die Spule mit constanter Umfangsgeschwindigkeit. Die regelmäßige Uebereinanderlegung der Bänder erfolgt auf einem endlosen Tuch, das gespanntem Zustand horizontal an der 10 oder 12 Krempeln entlang läuft, und oben offenen langen Kastens, des sogenannten Da es nicht wahrscheinlich ist, daß beim sammenlegen eine zufällig dickere Stelle Bandes gerade mit dicken Stellen aller zusammentrifft, vielmehr die fehlerhaften einzelnen Bänder im fertigen Band werden, so wird erklärlich, wie ein solcher proceß die Gleichförmigkeit des Bandes seiner Stärke erhöht. Die vorstehende Dublirmaschine findet ihre Anwendung der Baumwollspinnerei zwischen dem ten Krempelproceß, sowie nach letztern.

Eine andere hierher gehörige Maschine Fig. 2 dargestellte Strecke, eine Dubliren und Verziehen (Strecken) maschine von ziemlich universaler der Verspinnung aller möglichen Fasern samen Theile derselben sind paarweise Walzen, welche das zusammengelegte erfassen und vermöge verschieden geschwindigkeit auf eine fünf- bis sechsmal ausziehen, daher die Fasern in der Band strecken. Die Auffammlung des so des geschieht in Töpfen aus Eisenblech in unserer Figur dargestellt ist. In der nennt man diese Maschinen Durchzüge werden zumeist wiederholt nacheinander um eine völlig gestreckte Lage der Fasern gleichförmige Banddeschaffenheit zu erzielen von einer ersten, zweiten, dritten u. spricht.

Solange mit dem Strecken ein Dubliren Hand geht, behält das Band hinsichtlich um die Operationen des Einlegens und des Wiederausbiegens ohne Schwächung soll nun aber das Dubliren unterbleiben geringerm Maße Anwendung finden, so erlangt das Band allmählich eine die Gefahr häufigen Abreißens mit man nicht Mittel ergreift, seine Festigkeit ein solches Mittel ist die vorübergehende Zusammendrehung des Bandes durch welche die Fasern einander näher zu innigerer Verschlingung, zu festerm haften gebracht werden; diese durch wirkte gegenseitige Annäherung der Fasern nicht so weit geführt werden, daß etwa den, noch weiter erforderlichen Strecken oder gar verbindert würden. Maschinen mit der Streckung eine solche Drahtgestalt der Consistenz des Fadens bewirkt engern Sinne Vorspinnmaschinen zwei Arten, solche für vorübergehenden und solche für bleibenden Draht.

Eine Vorspinnmaschine der ersten Fig. 5 dargestellte Rota-Frotteur

nem gewöhnlichen Streckwerk ein sogenannter Würgelpparat vorhanden, welcher die hindurchpassirenden länder oder Fäden nach erfolgter Streckung abwechselnd ach links und rechts zusammendreht; derselbe ahmt e Wirkung nach, welche man mit den flachen Seiten er zusammengelegten Hände ausübt, wenn man ein zwischen gelegtes Band zusammenwürgelt; er besteht ünlich für jedes einzelne Band aus einem endlosen, n gespanntem Zustand über zwei Walzen gelegten ederstreifen, auf welchen in der Mitte des obern freiegenden Stücks eine mit Leder überzogene Walze ufgedrückt ist; diese beiden Organe fassen das Band wischen sich und erhalten außer einer fortlaufenden otationsbewegung, durch welche das Band vom treckwerk nach dem Blechtopf transportirt wird, eine echselnde Hin- und Herschiebung in horizontaler, zur andrichtung normaler Richtung, wodurch die erwähnte usammendrehung des Bandes in wechselnder Richtung folgt.

Als Vertreter der Vorspinnmaschinen für bleibenden pahl können die in Fig. 1 und 3 dargestellten Flyer der Spulenbänke dienen; hier wird das gestreckte band von den Vordercylindern nach der centralen effnung eines gabelförmigen Flügels, der in schneller otation begriffen ist, geführt und passirt durch einen ohlen Arm desselben nach einer innerhalb des Flügels efindlichen, auf dessen Achse oder Spindel aufgesteckten ölzernen Spule, die eine selbständige Drehung in olchem Maße empfängt, daß gerade die vom Streckerk ausgelieferte Fadenlänge in Form regelmäßig ebeneinandergelegter Windungen auf die Spule aufgewickelt wird. Es ergibt sich hieraus, daß dem Faden wischen Streckwerk und Flügel eine bleibende Drehung nd damit die gerade nothwendige Festigkeit ertheilt ird, während gleichzeitig die zu möglichster Schonung es Bandes dienende regelmäßige Zusammenwickelung ffelben zu einer Spule zu Stande kommt. Jeder lyer enthält eine größere Anzahl (40—100) in zwei eiben geordnete Spindeln mit Flügel und Spulen, mu daher eine gleiche Zahl Vorgarnfaden gleichzeitig earbeiten. Diese Maschine findet in den verschiedenen pinnereibranchen eine ähnliche allgemeine Verwendung ie die Strecke.

In einer gänzlich abweichenden originellen Art erlgt bei der Verspinnung der kurzen Schafwolle Streichwolle) die Bildung des Vorgarns aus dem lies der letzten Krempel durch einen an diese Krempel (Vorspinnkrempel) selbst angebrachten Apparat. Während bei Verspinnung von Baumwolle, Flachs nd langer Schafwolle das Bestreben zu erkennen ist, n Feingespinst von recht glatter, schlichter Beschaffenit mit gerade ausgestreckten Einzelfasern zu erzielen, cht man umgekehrt bei der Streichwolle einen Faden on rauher Beschaffenheit, mit querliegenden Fasern, ren Enden aus der Oberfläche hervorragen, zu spinnen, mit die aus solchem Gespinst erzeugten Gewebe ie Tuche) die Eigenschaft der Walkfähigkeit besitzen, h. die nebeneinanderliegenden Fäden sich unter Einitung von Feuchtigkeit, Wärme und knetender Begung leicht verfilzen. Hierdurch werden die Streckd Dublirungsprocesse entbehrlich, und man kann in ner Operation von dem Krempelvlies zu dem Vorspinst gelangen, wenn man dieses Vlies nach der reite in Bänder zerlegt, die man durch Würgelapparate rundliche Fäden (Vorgespinst) umwandelt. Die erlegung des Vliefes geschieht an dem Umfang des nter dem Tambour unmittelbar folgenden Peigeurs, dessen Kratzenbeschlag aus schmalen, durch eine Zwischenräume voneinander getrennten ringrmigen Streifen besteht, daher das Vlies von diesem Peigneur sich in Gestalt vieler nach der Länge fortlaufender Streifen ablösen wird. Will man besondere Sicherheit haben, daß diese Streifen sich nicht untereinander berühren, so läßt man die Ablösung derselben durch zwei Hacker, von denen der eine für den ersten, dritten, fünften Streifen, der andere für den zweiten, vierten, sechsten Beschlagstreifen mit Zähnen versehen ist, bewirken und bringt sodann auch zwei Würgelapparate und zwei Wickelapparate in Verwendung. Eine solche Vorspinnkrempel mit einem Peigneur und zwei Hackern zeigt Fig. 12, wogegen in Fig. 13 eine solche Krempel mit nur einem Hacker zur Darstellung gebracht ist.

Der letzte Schritt in der Erzeugung der Gespinste ist das Feinspinnen; das Vorgarn wird in solchem Verhältniß ausgezogen (gestreckt), daß die am Feingespinst geforderte Feinheit zu Stande kommt; sodann erhält der Faden eine bleibende und hinreichend scharfe Zusammendrehung, womit eine starke Annäherung der Fasern aneinander verbunden ist und eine Ueberführung derselben in die schraubengangförmige Lage; endlich muß die nun sehr beträchtlich gewordene Fadenlänge in einer regelmäßigen, die später erfolgende Wiederabwickelung leicht gestattenden Anordnung aufgewickelt werden. Je nachdem diese drei Operationen gleichzeitig oder abwechselnd erfolgen, unterscheidet man zwei Arten Feinspinnmaschinen, die Water- und die Mulemaschinen. Die ersteren haben in ihrer Anordnung große Aehnlichkeit mit dem Flyer (Fig. 1 und 3); wie dieser enthalten sie ein Streckwerk, für jeden Faden einen die Drahtgebung bewirkenden Flügel und eine zur Aufnahme des Gespinstes dienende hölzerne Spule (Fig. 9 und 10); aber während diese Spule beim Flyer wegen der zarten Beschaffenheit des Vorgarns eine selbständige Drehungsbewegung von der Antriebwelle her empfängt, wird sie hier nur durch den in der Aufwickelung begriffenen Faden nachgezogen, wobei die aus ihrem Gewicht entspringende Reibung auf ihrer Unterstützungsfläche die angemessene Spannung dieses auflaufenden Fadens hervorbringt. Aus dieser Anordnung folgt schon, daß eine gewisse durch schärferes Zusammendrehen erzeugte Festigkeit im Gespinst vorhanden sein muß, wenn nicht ein häufiges Abreißen des Fadens eintreten soll. Will man daher eine weiche Beschaffenheit des Feingespinstes, wie sie für manche Verwendung, z. B. zur Erzeugung von gewirkten Waaren, erforderlich ist, darf man daher nur schwächern Draht ertheilen, so ist die Water-Feinspinnmaschine nicht verwendbar und es muß die Mule-Feinspinnmaschine in Anwendung kommen, wie solche in den Fig. 6, 7, 11, 14—16 in verschiedenen Anordnungen dargestellt ist. Bei dieser erfolgt das Strecken und Zusammendrehen der Fäden zwar gleichzeitig, aber die Aufwindung geschieht intermittirend; jedesmal nach Vollendung einer gewissen Fadenlänge von etwa 1,5 Meter, wobei der eigentliche Spinnproceß unterbrochen ist. Die Aufwickelung erfolgt nicht auf hölzerne, mit Scheiben versehene Spulen, wie in den Fig. 9 und 10 dargestellt, sondern auf eine eiserne oder stählerne schlank kegelförmige Spindel von der aus Fig. 8 ersichtlichen Form.

Ein bemerkenswerther Unterschied besteht zwischen denjenigen Mulemaschinen, welche aus Baumwolle, langer Schafwolle u. s. w. glatte Garne erzeugen sollen, und den für rauhe Garne (Streichgarne), aus kurzer Schafwolle bestimmten; bei den erstern, wo ein Vorgespinst von hoher Gleichförmigkeit bereits vorliegt, bewirkt man den Streckproceß mittels eines Streckwerks der gewöhnlichen Art, bei den letztern aber zwischen einem Zuführungswalzenpaar und der die Drahtgebung

bewirkenden sowie zur Aufwickelung benutzten Spindel, indem letztere sich von den Zuführungswalzen auch noch dann entfernt, wenn diese schon stillstehen. Die Spindeln, an deren Umfang man sich den Faden befestigt zu denken hat, stehen um einen kleinen Winkel gegen die Verticale geneigt und empfangen während des ganzen Spinnprocesses eine schnelle Rotationsbewegung; sie ertheilen daher dem Faden bleibenden Draht. Erfolgen nun Drahtgebung und Streckung gleichzeitig, wie bei der Streichgarnmule, so werfen sich die in den Faden gelangenden Drehungen zuerst nur auf die etwa vorhandenen dünnen Stellen, welche der Zusammendrehung den geringsten Widerstand entgegensetzen; hierdurch erhalten diese eine solche Festigkeit, daß sie dem Ausziehen nun größern Widerstand entgegensetzen als die übrigen dickern und nur noch wenig gedrehten Stellen, daher sich die Streckung vorzugsweise auf die letztern wirft; es wird auf solche Art durch den Feinspinnproceß zugleich die wegen ungleicher Dicke des Vorgarns nothwendige Egalisirung der Fadendicke erzielt. Hierdurch erklärt sich auch die etwas abweichende Einrichtung der an den Streichgarnmulen vorkommenden Mechanismen (Fig. 6 und 7).

Bei den Mulefeinspinnmaschinen ist die Zahl der auf einer Maschine gleichzeitig hergestellten Fäden sehr groß (200 bis 1000); die in entsprechender Zahl vorhandenen Spindeln stehen in einer Reihe auf einem langen, durch Schienengleise geführten Wagen, welcher abwechselnd von dem das Streckwerk enthaltenden Gestell sich entfernt (Spinnperiode), um sich sodann demselben wieder zu nähern (Aufwindungsperiode). Bei den sogenannten Handmulen geschieht die Wagenbewegung während der letzten Periode (die Wageneinfahrt), wie auch die Spindeldrehung und die Vertheilung der Windungen auf der Spindel durch einen Arbeiter, wogegen bei den jetzt zumeist gebräuchlichen Selfactors alle Bewegungen ohne Ausnahme von der Rotation der Antriebwelle abgeleitet werden. Die Fig. 11, 14 und 15 sollen die äußere Erscheinung verschiedener Selfactors zur Anschauung bringen.

Zwirn- und Klöppelmaschinen.

(Tafel 10.)

Die vorliegende Tafel faßt diejenigen Maschinengattungen in ihren Hauptrepräsentanten zusammen, welche die Vereinigung von zwei oder mehr einfachen Fäden zu stärkern fadenförmigen Producten (Zwirne, Schnuren, Seile, Taue u. s. w.) zu bewirken bestimmt sind. Eine solche Vereinigung kann entweder durch Zusammendrehen oder Zusammenflechten (Klöppeln) geschehen.

Die einfachste, auch zum eigentlichen Spinnen brauchbare Vorrichtung ist das Seilerrad, von welchem Fig. 1 eine zweckmäßige Anordnung darstellt. Dasselbe enthält eine Anzahl horizontale Spindeln, welche am äußern freiliegenden Ende hakenförmig umgebogen sind und vermittels einer geeigneten maschinellen Einrichtung eine schnelle rotirende Bewegung erhalten; bei der auf unserer Tafel dargestellten Anordnung wird diese Bewegung mittels einer Schnurscheibe hervorgebracht, über welche eine Treibschnur gelegt ist; der Arbeiter, welcher bei dem Spinnen und Zusammendrehen rückwärts schreitet, zieht die eine Seite dieser Treibschnur an und versetzt so die Scheibe in Drehung, wogegen bei den ältern Seilerrädern hierzu ein besonderer Arbeiter erforderlich war. Soll dieser Apparat zum Spinnen gebraucht werden, so zieht der Arbeiter aus einem Büschel des rohen Fasermaterials, z. B. Flachswerch, einige Fasern heraus, dreht dieselben mit den Fingern zu einem Fadenstück zusammen und befestigt dasselbe an einem der Haken; [illegible] nun langsam rückwärts bewegt, mit [illegible] keit von 400—500 Millimeter [illegible] den immer neue Fasern aus dem [illegible] nommenen Materialquantum heraus[illegible] der Drehung des Hakens angem[illegible] dreht. Sollen nun zwei oder mehr [illegible] Schnuren zu einem stärkern Faden [illegible] Litzen) vereinigt werden, so befestigt [illegible] derselben an einem andern, in entgegen[illegible] tung rotirenden Haken und dreht [illegible] wobei die entgegengesetzten Enden [illegible] an einem Haken, welcher an einem [illegible] festsitzt, angehangen werden. Indem man [illegible] sinn bei der Vereinigung der Einzelfäden gesetzt wählt zu demjenigen bei denen [illegible] langt man erfahrungsgemäß einen besseren Zusammenschluß dieser Fäden.

Für den ausgedehntern fabrikativen [illegible] an die Stelle des Seilerrades die eigentlichen Maschinen, von denen unsere Tafel [illegible] und 7 ein paar Anordnungen zeigt. [illegible] dargestellten Spindelschnurenmaschinen [illegible] gleichzeitig drei Litzen aus je drei einfachen zusammengedreht und diese drei Litzen sodann zusammendrehen zu einer einzigen Schnur [illegible] hier zusammenwirkenden beweglichen Theilen sich um eine horizontale Spindel, auf welcher eines Treibriemens und der am linken Ende der Maschine sichtbaren Riemenscheiben drehende Bewegung übertragen wird; diese Spindel trägt [illegible] Grad gegeneinander verstellte Rahmen [illegible] kleinere mit je drei Garnspulen ausgerüstet [illegible] drehbar eingelagert sind; innerhalb jeder [illegible] werden die drei von den Spulen kommenden Fäden durch ein in der Drehungsachse befindliches Auge einem Faden vereinigt und gleichzeitig [illegible] förmig zusammengedreht; es erhalten [illegible] Vorrathsbehälter für das Fadenmaterial [illegible] kleinern Rahmen außer ihrer Drehung um [illegible] spindel noch eine besondere Drehung [illegible] zu dieser Spindel parallele Achse, und [illegible] eines zur Hauptwelle concentrischen, [illegible] befestigten Stirnrades, auf welchem [illegible] auf die erwähnten Rahmen treibend wirkende [illegible] räder abwälzen. Die drei so gebildeten [illegible] schließlich am rechtseitigen Ende der [illegible] einer gemeinsamen centralen Austrittsöffnung und die hier entstehende dickere Schnur [illegible] dreier rotirender Walzen, von denen [illegible] gegen die dritte untere angepreßt werden, gezogen und fällt frei herab.

Bei der in Fig. 7 dargestellten Seilmaschine [illegible] übrigens auf gleichen Principien beruhend [illegible] beschriebene, erfolgt eine regelmäßige [illegible] des erzeugten Seils auf eine große Ersparniß [illegible] nutzung der geradlinigen Auf- und Abbewegung [illegible] Seilführers. Alle größern Seilmaschinen [illegible] derartigen Wickelapparaten ausgerüstet [illegible]

In vielen Fällen genügt ein einmaliger [illegible] legungsproceß zur Herstellung eines [illegible] fats (Nähzwirn, Strickgarn, Kettenfäden u. s. w.); alsdann ist das Princip der [illegible] des Werkzeugs mit Vortheil anzuwenden. [illegible] für bietet die in Fig. 2 dargestellte Zwirnmaschine [illegible] Man sieht hier im obersten Theil der [illegible] Latten zusammengefügtes Gestell, auf [illegible] den einfachen Fäden gefüllten Spulen [illegible] von drei, vier oder fünf Spulen kommen [illegible] den nach einem gemeinsamen Oehr geführt [illegible]

dann zwei aufeinandergepreßte Walzen, welche von r Antriebwelle aus eine gleichmäßige Drehungsbewegung empfangen, daher die zusammengelegten ublirten) Fäden mit unveränderlicher Geschwindigkeit orwärts ziehen; dieselben erhalten hierauf durch nen rotirenden Flügel, dessen Einrichtung bei Beschreibung der Waterseinspinnmaschine dargelegt wurde, e erforderliche Drehung und werden endlich auf Spulen, e in der Figur fortgelassen sind, in regelmäßigen Windungen aufgewickelt.

Mit solchen Zwirnmaschinen sind die auf unserer afel aufgenommenen Spulmaschinen nahe verandt (Fig. 8 und 9); die Vereinigung mehrerer äden fällt hier in der Regel weg und es verbleibt ur der Aufwindungsproceß, indem solche Maschinen Gespinste, die zu Webwaaren verarbeitet werden sollen, us der im Handel gebräuchlichen Form der Strähne i die Form von Spulen überführen sollen. Diese pulen sind von zweierlei Art: Scheidenspulen oder aufspulen, bei denen das Abwickeln in der Richtung entrecht zur Achse möglich und hierbei die Drehung er Spulen erforderlich ist, und Schleifspulen (Cops), elche während der Abwickelung feststehen und bei enen das Abziehen des Fadens in der Richtung der Achse zu bewirken ist; die erstern finden zur Herrichtung der Kette, die letztern zur Einführung des Schusses Verwendung; bei jenen bilden die einzelnen schraubengangförmigen Windungen kreiscylindrische Schichten auf einem hölzernen Rohre, an dessen Enden dünne Scheiben sitzen, bei diesen setzen sich die einzelnen Windungen zu kegelförmigen Schichten zusammen, welche sich auf dem kegelförmigen Ende der Spule übereinanderlagern. Hieraus ergibt sich der nothwendige Unterschied in der Einrichtung der Kettenspulmaschinen (Fig. 8) und Schußspulmaschinen (Fig. 9); bei erstern gehen die Fäden von dem leicht drehbaren Haspel über eine Schiene, welche in langsamer Auf- und Abbewegung begriffen ist, nach den schnell rotirenden, auf verticalen Spindeln steckenden Spulen; bei letztern treten sie durch einen verticalen Schlitz eines feststehenden Hohlkegels, in welchem die in Drehung begriffene Spule mit ihrem kegelförmigen Ende berührend eingesteckt ist und in dem Maße, wie die Aufwickelung vorschreitet, höher aufsteigt; hier muß also die Spule mit ihrer Spindel so verbunden sein, daß sie zwar an der Drehbewegung theilzunehmen gezwungen ist, jedoch eine Verschiebung in der Richtung der Höhe erleiden kann.

Bei den Klöppel- oder Flechtmaschinen (Fig. 5 und 6) erfolgt eine eigentliche Verschlingung der einzelnen Fäden, ähnlich wie bei der Herstellung der Geflechte von Hand; die Fäden theilen sich in zwei Gruppen, von welchen die Fäden der einen Gruppe wie rechtsgängige, diejenigen der andern wie linksgängige Schraubenlinien verlaufen; jeder Faden der einen Gruppe geht abwechselnd über und unter einem Faden der zweiten Gruppe hin, sodaß hier auf einer cylindrischen Oberfläche eine ähnliche Verschlingung der Fäden entsteht, wie bei den leinwandbindigen Geweben zwischen den Fäden der Kette und des Schusses. Das zu Stande kommende Fabrikat bildet ein biegsames Rohr, welches durch eine passende Anzahl lose zusammengelegter Fäden mit einem Kern ausgefüllt werden kann; auch ist es möglich, feste Körper, Peitschenstiele, Knöpfe u. s. w. zu überflechten. Die zusammenzuflechtenden Fäden sind auf Spulen aufgewickelt, welche drehbar auf besondere rohrförmige Klöppel (Fig. 6) aufgeschoben sind, die man durch rotirende sternförmige Treiber in zwei wellenförmig gestalteten, sich abwechselnd durchschneidenden und in sich zurücklaufenden Bahnen fortschieben läßt; damit alle Fäden mit derselben constanten Spannung in das Geflecht eintreten, läßt man sie, wie Fig. 6 zeigt, durch das Oehr eines in der Höhlung des Klöppels untergebrachten Spanngewichts passiren; die gleichmäßige Dichtheit des Geflechts wird außerdem durch ein ganz gleichmäßiges Abziehen der geflochtenen Schnur mittels zweier rotirender Walzen gesichert, um welche dieselbe herumgeführt wird, worauf die regelmäßige Aufwickelung auf eine Spule erfolgen kann. Wie man an demselben Gestell eine größere Zahl von Klöppelwerken vereinigen kann, welche eine gemeinschaftliche Antriebwelle haben, zeigt die Fig. 5 unserer Tafel.

Für feinere Erzeugnisse der hier besprochenen Art (Nähzwirn, Bindfaden, Stridgarn u. s. w.) wird zuweilen die Aufwickelung derselben zu regelmäßig gebildeten Knäulen gefordert; daher erschien es angezeigt, auch eine Knaulwickelmaschine (Fig. 4) auf die vorliegende Tafel aufzunehmen. Hier wird die aufzuwickelnde Schnur durch die hohle Achse eines rotirenden gabelförmigen Flügels und durch ein an einem Arm desselben befindliches Oehr nach einer Spindel geführt, welche gleichzeitig zwei verschiedene Bewegungen ausführt: eine langsame Drehung um ihre horizontale geometrische Achse und eine noch langsamere Oscillation um eine verticale Achse; die letztere Bewegung macht, daß die erzeugten schraubengangförmigen Windungen allmählich ihren Neigungswinkel gegen die Achse des Knauls ändern, womit überhaupt die nöthige Haltbarkeit des Ganzen zu Stande kommt. Die in Fig. 4 dargestellte Knaulwickelmaschine ist für Handbetrieb und für gleichzeitige Herstellung dreier Knäule bestimmt.

Webstühle.

(Tafel 11.)

Die auf vorliegender Tafel dargestellten maschinellen Hülfsmittel dienen zur Herstellung der Gewebe im engern Sinne, d. h. solcher flächenartig ausgedehnter Fabrikate, welche durch regelmäßige Verschränkung zweier unter rechtem Winkel verlaufender Systeme fadenförmiger Körper (Gespinste von Baumwolle, Schafwolle, Flachs, Seide u. s. w.) gebildet sind; das eine Fadensystem (Kette) erstreckt sich nach der Länge des Gewebestücks, das andere (Schuß) nach der Breite desselben; das erstere besteht aus vielen einzelnen sehr langen Fäden, welche vor der eigentlichen Webeoperation durch eine besondere Arbeit (das Scheren) parallel nebeneinander gelegt und auf eine hölzerne Walze (Kettenbaum) straff aufgewickelt (aufgebäumt) werden; das andere Fadensystem wird durch einen einzigen Faden erzeugt, welcher über die Breite des Gewebestücks in geraden Lagen hin- und herläuft, an den Rändern desselben umkehrend und denselben eine gewisse Haltbarkeit verleihend. Die Verbindung der beiden Fadengruppen geschieht nun so, daß der Schußfaden in regelmäßigem Wechsel unter einigen und über den übrigen Kettenfäden verläuft und daß in jeder folgenden Lage des Schußfadens eine andere Vertheilung der Kettenfäden in oberhalb und unterhalb liegende erfolgt. Die größte Zahl von Verschränkungen (Bindungen) zwischen Schuß- und Kettenfäden findet bei der Leinwand statt; hier nimmt der erste Schußfaden seinen Lauf über den ersten, dritten, fünften, unter den zweiten, vierten, sechsten Kettenfaden, der zweite über den zweiten, vierten, sechsten und unter den ersten, dritten, fünften Kettenfaden; der dritte Schußfaden hat wieder dieselbe Lage wie der erste, der vierte dieselbe wie der zweite u. s. w. Derjenige Theil des Webstuhls, welcher die regelmäßige Theilung der gesammten Kettenfäden in die für jeden einzelnen

Schußfaden erforderlichen zwei Gruppen bewirkt, heißt das Geschirr. Die Anordnung desselben für das Leinwandgewebe ergibt sich aus Fig. 13, worin a b die horizontal ausgespannte Kette bezeichnet, c das sogenannte Blatt, ein leichter hölzerner Rahmen von einer der Gewebebreite entsprechenden Länge und mit einer großen Zahl parallel verlaufender verticaler Stäbchen (Riete) versehen (Fig. 7), zwischen welchen die Kettenfäden einzeln oder zu zweien oder dreien hindurchgeführt sind; hierdurch werden die Kettenfäden in gleichmäßiger Vertheilung über die Stuhlbreite erhalten, sowie die Zusammenschiebung der eingetragenen Schußfäden sich mittels einer Horizontalschiebung des Blattes leicht bewirken läßt; d_1 d_2 sind die sogenannten Schäfte, deren jeder (wie Fig. 12 zeigt) aus zwei horizontalen Latten besteht, welche mittels verticaler Schnuren (Litzen) eine Reihe kleiner Drahtösen (Zeugringelchen) eingebunden enthalten, durch welche je ein Kettenfaden hindurchgezogen ist; die beiden Rollen sind oberhalb durch zwei über Rollen e geführte Schnuren verbunden, unterhalb stehen sie durch je zwei andere Schnuren mit den um die Achse g drehbaren Hebeln (Tritten) F_1 F_2 in Verbindung, welche der Weber mittels seiner Füße abwechselnd niedertritt; denkt man sich nun, daß alle ungeradzahligen Kettenfäden (der erste, dritte, fünfte u. s. w.) durch die Zeugringelchen des Schaftes d_1 gezogen sind, alle geradzahligen durch diejenigen des Schaftes d_2, so erhellt, daß durch Niedertreten des Trittes (Schemels) F_2 Schaft d_2 aus seiner Mittellage herab, d_1 hinaufgezogen wird, daher eine solche Theilung (Fachbildung) der Kette eintritt, daß alle ungeradzahligen Kettenfäden über alle geradzahligen unter die ursprüngliche Mittellage geführt werden; in den so zwischen dem schon fertigen Gewebestück a und den Schäften d_1 d_2 gebildeten winkelförmigen Raum (das Fach) wird mittels eines sogenannten Schützen, welcher den Schußfaden auf ein Spulchen gewickelt im Vorrath enthält, der Schuß eingetragen, und zwar so, daß er vor das Blatt c zu liegen kommt; durch eine kräftige Bewegung desselben gegen das schon vorhandene Gewebe (das Anschlagen) wird der Schußfaden an den vorher eingetragenen nahe herangeschoben, worauf durch Niedertreten des Schemels F_1 die entgegengesetzte Lage der Schäfte herbeigeführt wird, also die ungeradzahligen Kettenfäden ins Unterfach, die geradzahligen ins Oberfach gebracht werden; ein zweiter Schußfaden wird eingetragen und mit der Lade angeschlagen, womit ein Cyklus aller regelmäßig sich wiederholenden Bewegungen beendet ist.

Die Gestalt der zum Eintragen des Schusses dienenden Schützen ergibt sich aus den Fig. 9 und 10; ein schiffähnlich gestaltetes, an den zugespitzten Enden mit Metall beschlagenes Stück Holz enthält in einem tiefen Ausschnitt die auf eine Spindel aufgesteckte, mit dem Schußfaden bewickelte Spule, von welcher der Faden entweder in der Richtung normal zur Achse oder parallel zu derselben abgezogen wird; im ersten Fall (Fig. 9) dreht sich die Spule g (Laufspule) um die Spindel, im zweiten (Fig. 10) steckt die Spule s fest auf derselben, daher dort die Windungen cylindrische, hier konische Schichten bilden müssen; der Faden tritt durch ein in der Schützenwandung enthaltenes Loch nach außen und wird beim Durchgang des Schützen durch das Fach über die Breite der Kette ausgelegt; für breite Gewebe, bei denen weder das Durchstecken noch das Durchwerfen thunlich ist, versieht man den Schützen mit zwei Laufrädchen und stößt ihn mittels einer eigenen, von Hand zu bewegenden Vorrichtung (Peitsche und Schützentreiber) auf dem Ladenklotz hin. Mit dem letztern Namen bezeichnet man das Querstück (H in Fig. 11) des rahmenartigen (Lade), in welchem das Blatt gehalten wird, welchen dasselbe die erwähnte Horizontalschiebung pfängt; wie Fig. 11 erkennen läßt, ist der zwischen dem Ladenklotz H und den Schäften durch zwei Arme oder Schwingen i i verbunden mit der Ueberlage B in Verbindung, mittelst zweier Schneiden oder Spitzen auf der Achse drehbar aufgehängt ist und durch die Bewegung des Arbeiters in pendelartige Schwingungen versetzt wird. Damit nicht durch die Anspannung des Gewebes (welcher beim Anschlagen gezwungen wird, eine förmige Gestalt anzunehmen) eine ungleichmäßige Verminderung der Breite entsteht, bedient sich der Weber eines beiderseits dargestellten Werkzeugs (Breithalter, Tempel), bestehend aus zwei durch Stäbe verbundenen Stäben, die an den äußern Enden Metallspitzen versehen sind; indem man sie nahe dem Rande des Gewebes in die Kette drückt, während die beiden Stäbe einen stumpfen Winkel miteinander bilden, und hierauf das Gewebe mittelst des Kniehebels auf das Gewebe niederklappt, erhalten in demselben nach der Richtung der Breite eine gemessene Spannung, welche dem Zug des Webers als Widerstand leistet; selbstverständlich muß die Spannung ruthe in dem Maße wie die Gewebebreite zunimmt, zeitweilig neu eingesetzt werden. Ebenso muß das Spiel der Lade fortdauernd an der Kette erfolgen kann, das Gewebe selbst in der Richtung des Pfeils in Fig. 13 fortrücken; man läßt deshalb auf eine Walze (Zeugbaum) sich zeitweilig durch den Arbeiter oder in neuerer Zeit selbstthätig durch einen von der Lade aus bewegten Mechanismus gedreht wird.

Während bei der Herstellung der einfachen Gewebe nur zwei verschiedene Lagen der Kettenfäden vorkommen, also auch zwei Schäfte ausreichen, bei allen andern Arten von Geweben wächst die Zahl verschiedener Lagen der Kettenfäden und sich dem entsprechend auch die Zahl der zu verwendenden Schäfte; alsdann ist das Geschirr gestellte Geschirr nicht mehr zu brauchen, wie der in Fig. 14 skizzirte Contermarschirung; hier steht jeder Schaft a durch einem zweiarmigen Hebel b b in Verbindung, einen Stift c drehbar ist; eine außerdem herabgehende Schnur setzt diesen Hebel mit einem langen (um Stift e drehbaren) Hebel d in Verbindung, an welchen bei f die nach dem Tritt k führende Schnur angeknüpft ist; derselbe Schnur ist durch Schnuren und Zwischenhebel h i mit dem Tritt k in directer Verbindung, woraus ersichtlich, daß der Schaft a aus seiner Lage sowol durch Treten des Schemels g gehoben, wie durch Treten des Schemels k gesenkt werden kann; man hat nun in dem Geschirr so viel Schäfte, als verschiedene Lagen von Kettenfäden im Gewebe vorkommen, und so viel Schemel, als verschiedene Lagen von Schußfäden gibt, und es wird jeden Tritt mit allen denjenigen Schäften, welche nem Niedertreten gehoben werden sollen. Einige Theile b e d f g, alle übrigen, welche vorkommen sollen, direct mittels der Tritte. Durch eine veränderte „Anschnürung" der Schäfte ist es möglich, dasselbe Geschirr zur Herstellung einer großen Zahl von Bindungen und Gewebesorten verwenden, Fabrikation der Köper, Atlasse und

usterter Stoffe ist der Contermarsch allgemein im Ge-
auch. Die Grenze seiner Anwendung liegt da, wo
e Zahl der Schäfte zu groß wird, um sie im Stuhl
nterbringen zu können, und die Zahl der Scheuel zu
oß, als daß jeder derselben den Füßen des Arbeiters
nuem zugänglich wäre. Dieser Fall tritt ein bei
erstellung aller großgemusterten Stoffe (Damaste
s. w.), bei welcher dieselbe Lage des Schußfadens
ie des Kettenfadens erst innerhalb eines größern
ntervalls wiederkehrt. An die Stelle des Conter-
arsches tritt alsdann die Jacquardmaschine, von
elcher Fig. 15 eine Vorstellung gewähren soll. An
e Stelle der Schäfte treten hier einfache Schnuren
lorden) a, deren jede alle diejenigen Litzen vereinigt,
ren Kettenfaden immer gleichzeitig gehoben werden
üssen; diese Schnuren sind durch Löcher eines hori-
ontalen, am Stuhlgestell befestigten Bretes (Platinen-
oden) b geführt und an verticalen, oben mit einer
ufspringenden Nase versehenen Stäbchen (Platinen) c
efestigt; dieselben können mittels horizontaler Schienen
Messer) d, welche in einem vertical beweglichen Schie-
er (Messerkasten) e sitzen, um den zur Eintragung
es Schußfadens erforderlichen Betrag gehoben werden,
enn sie sich in der verticalen Stellung befinden; sie
nnen aber aus dieser Stellung seitwärts verschoben
nd das auf dem Platinenboden stehende Ende ge-
echt) werden durch Horizontalschiebung der zu jeder
latine gehörigen Nadel f, welche mittels einer Oese
ieselbe umfaßt; jede solche Nadel wird durch eine kleine
n dem Federhaus g untergebrachte Schraubenfeder
ach links gehalten, kann aber durch das im Quer-
hnitt dargestellte vierseitige Prisma nach rechts ver-
choben werden, wenn letzteres eine Horizontalbewegung
n dem erforderlichen Sinne ausführt; die Seiten die-
es Prismas sind mit eingebohrten Löchern i versehen,
elche mit den linksseitigen Enden der Nadel f corre-
pondiren; diese Löcher müssen für diejenigen Nadeln,
elche nach rechts verschoben werden sollen, verdeckt
erden, was durch übergelegte, durch Fadenstäde be-
eglich verbundene, eine endlose Kette bildende Papp-
ieschen h geschieht, die nur an denjenigen Stellen,
elche den nicht zu verschiebenden Nadeln entsprechen,
urchlocht sind; denkt man sich nun das erwähnte
risma hin- und hergehend und zugleich durch einen
esondern Mechanismus per Spiel um einen Winkel
on 90 Grad um seine Achse gedreht, so wird die
öglichkeit erhellen, für jedes solche mit dem Tempo
er Ladenbewegung correspondirende Spiel eine an-
ere durch das zu bildende Gewebemuster vorge-
hriebene Gruppe von Platinen in derjenigen Position
u belassen, bei welcher sie durch den aufgehenden
essertasten gehoben werden, die übrigen aber jedesmal
weit schief zu stellen, daß ihre Nasen außerhalb des
ereichs der correspondirenden Messer kommen, also
uf dem Platinenboden stehen bleiben; um ein gewisses
luster herzustellen, wird man nur nöthig haben, eine
lche Mustertette aufzulegen, deren Pappen an den
nsprechenden Stellen mit Löchern versehen sind; für
des Muster ist daher eine andere Musterkette er-
rderlich.

Die bisher beschriebenen Hülfsmittel sind für Hand-
üble, bei denen alle Bewegungen durch Hände und
üße eines Arbeiters hervorgebracht werden, und me-
anische Stühle, deren Betrieb durch eine Naturkraft
olgt, gleichmäßig in Anwendung; jedoch treten bei
en letztern noch gewisse Bewegungsmechanismen hinzu,
elche die erforderlichen Bewegungen von der Um-
rehung einer umlaufenden, durch Treibriemen bewegten
Welle (Antriebwelle) ableiten. Um hiervon wie von
er gegenseitigen Anordnung aller wirksamen Theile
einen Totaleindruck zu gewähren, sind in den Fig. 1 bis 5 die perspectivischen Abbildungen mehrerer mechanischer Webstühle aufgenommen worden.

Fig. 1 zeigt einen mechanischen Webstuhl von Rudolf Voigt in Chemnitz, bestimmt zur Herstellung leinwandbindiger Gewebe; die Schäfte sind weggenommen gedacht, jedoch die Rollen, an denen dieselben aufgehängt sind, im obern Theile des Gestells sichtbar; der Zeugbaum, auf welchem die Aufwickelung der Waare erfolgt, ist dem Beschauer zugekehrt.

Der in Fig. 2 dargestellte Wechselstuhl aus derselben Werkstatt enthält die besondere Einrichtung, daß verschiedenartiger (z. B. verschiedenfarbiger oder verschieden starker) Schuß in regelmäßiger Abwechselung eingetragen werden kann; die Lade enthält zu dem Ende auf der einen Seite mehrere Schützenkästen, welche durch einen besondern Mechanismus vor jedem Ladenspiel so weit horizontal verschoben werden, daß jedesmal der gewünschte Schützen sich in der Verlängerung der Ladenbahn befindet; hierdurch wird die Herstellung quergestreifter Stoffe auf dem mechanischen Webstuhl möglich.

In Fig. 3 ist ein großer, zur Herstellung gemusterter Teppiche geeigneter Kraftstuhl dargestellt, bei welchem zur Fachbildung zwar Schäfte angewendet sind, deren Hebung jedoch mittels zweier der Jacquardmaschine ähnlichen Vorrichtungen (Schaftmaschinen) erfolgt; die Pappenketten sind hier durch zwei aus Holzschienen gebildete Ketten ersetzt, welche an gewissen, durch das Muster vorgeschriebenen Stellen mit kurzen Stiften besetzt sind.

Eine einzige Schaftmaschine enthält der für kleingemusterte Stoffe bestimmte mechanische Stuhl der Fig. 4, während der in Fig. 5 dargestellte Stuhl zur Aufnahme einer eigentlichen Jacquardmaschine vorgerichtet ist, daher keine Schäfte aufzunehmen hat.

Verwendet man als Kette ein Gespinst, welches durch die mannichfachen, bei der Fachbildung auftretenden Reibungen leichte Schaden leitet (z. B. Baumwollengarn), so muß man die Kette vor ihrer Verarbeitung schlichten, d. h. mit einer Stärkeabkochung überziehen, welche nach gehöriger Vertheilung und Austrocknung eine schützende Decke bildet; bei dem Handstuhl geschieht diese Operation auf dem Stuhle selbst mittels einfacher, vom Weber gehandhabter Bürsten; für mechanische Stühle ist jedoch eine eigene in Fig. 6 dargestellte Schlichtmaschine im Gebrauch, welche für eine größere Zahl von Stühlen die Ketten im voraus schlichtet; die auf besondern (in der Figur weggelassenen) Spulen aufgewickelten Kettenfäden passiren hier einen mit Stärkeleister erfüllten Trog, werden dann durch zwei schwingende Bürsten von oben und unten bearbeitet, hierauf durch einen Strom heißer Luft getrocknet, durch einen dem Blatt des Webstuhls (Fig. 7) ähnlichen Kamm in gleichmäßiger Nebeneinanderordnung erhalten, endlich auf den im obern Theile des Gestells gelagerten Kettenbaum aufgewickelt; letzterer wird alsdann unmittelbar in den Stuhl eingelegt. Bei schaftwollener Kette tritt an Stelle dieser Schlichtmaschine eine Leimmaschine, während seidene und leinene Ketten wegen der größern Glätte ihrer Fäden diese Bearbeitung nicht erfordern.

Wirkmaschinen*), Appreturmaschinen.

(Tafel 12.)

Das Wirken, 1589 vom Engländer James Lee erfunden, ist aus dem Stricken hervorgegangen; es ver-

*) Bearbeitet von G. Willkomm, Director der Fachschule für Strumpfwirker in Limbach bei Chemnitz.

wendet wie letzteres zur Herstellung eines flächenartig ausgedehnten biegsamen Fabrikats nur einen Faden, welcher in bestimmte Lagen (Maschen) gebogen und durch Einhängen derselben ineinander mit sich selbst verbunden wird. Diese Maschen (Fig. 10) gleichen zwei symmetrisch zueinander stehenden Buchstaben S (Ω); sie enthalten also den Faden nicht gerade gestreckt, sondern vielfach gebogen und stellen, wegen der Biegungselasticität des Fadens, ihre Form nach etwaigem Verziehen leicht selbst wieder her. Deshalb ist die Waare, das Gewirkte, elastisch und eignet sich besser als andere Gewebe zu solchen Kleidungsstücken, welche sich genau den Formen der Körpertheile anschmiegen sollen.

Zur Herstellung der Maschen sind Nadeln mit langen Haken (Fig. 10) und dünne Blechstücke mit mehrfachen Einschnitten (sogenannte Platinen) erforderlich, und zwar beide Stücke in derselben Anzahl als die Zahl der Maschen in der Breitrichtung des Waarenstücks beträgt. Während nun beim Stricken jede neue Masche einzeln dadurch entsteht, daß man den Faden als Schleife durch eine alte Masche hindurchzieht, so wird beim Wirken eine ganze Reihe Maschen mit einem male hergestellt, nachdem man mit ihnen folgende Vorbereitungsarbeiten vorgenommen hat (Fig. 10). Die alte Waare wird durch die Platineneinschnitte (Kehlen) auf den Nadeln zurückgezogen, der Faden über die Nadeln und unter die Platinennasen lang hingelegt und durch Herabsenken der einzelnen Platinen zu Schleifen zwischen die Nadeln eingedrückt, diese Schleifen werden vorn unter die Nadelhaken geschoben, die alten Maschen aber hinter denselben gelassen; die Hakenspitzen werden durch eine Schiene, die Presse, abwärts in die Riemen (Zschaschen) der Nadelschäfte gedrückt, sodaß man endlich die alten Maschen auf die Haken und von den Nadeln abschieben kann; sie bleiben dann in den neuen Schleifen hängen und diese bilden nun die neuen Maschen.

Diese Maschenbildung mit nur einem Faden nennt man die Kulirwirkerei (vom französischen couler, d. i. das Einschieben der Platinen zwischen die Nadeln). Eine andere Art des Wirkens, 1769 erfunden, verwendet nicht einen Faden, sondern eine ganze Menge paralleler Fäden, eine sogenannte Kette, und verbindet dieselben auch durch Bildung von Maschen; sie heißt die Kettenwirkerei.

Die Maschinen zur Kulirwirkerei sind: der Handkulirstuhl, auch Strumpfstuhl genannt, und flache sowie runde mechanische Stühle. Ein sogenannter französischer Rundstuhl, d. i. ein solcher, welcher die Nadeln auf einem Kreisringe horizontal und radial liegend enthält, ist in Fig. 1 abgebildet. Seine Kulirplatinen befinden sich in einzelnen Kapseln oder Rädern, den sogenannten Mailleusen- oder Maschenbildnern. Die Zeichnung deutet die beste Ausführung dieser Mailleusen, die sogenannten großen Mailleusen (mailleuses obliques, von Fouquet und Franz in Rottenburg a. N., Würtemberg, oder Stüdlen und Terrot, Stuttgart), an, welche vollkommen genau kuliren und auch spröde Garne verarbeiten, weil sie die Schleifen bis zum Abschlagen der alten Maschen halten.

Seit etwa zwanzig Jahren ist eine andere Art der Maschenbildung für Kulirwaare bekannt geworden, welche Zungennadeln (selfacting needles, Fig. 9) verwendet, deren kurze Haken durch das Auflegen eines beweglichen Arms, einer Zunge, geschlossen werden, sodaß also das „Pressen" wegfällt. Hierbei wird in der Regel auch nicht kulirt, sondern es werden die Maschen, nach Art des Häkelns, einzeln hergestellt, indem die Nadeln einzeln durch ihre alten Maschen hindurchfahren, mit den Haken den Faden erfassen und ihn [illegible] neuen Maschen durch die alten hindurch[illegible] ser Weise arbeitet die jetzt zumeist verbreitete Strickmaschine, 1866 in Nordamerika [illegible] in Fig. 3 gezeichnet ist. Die Zungen [illegible] zwei Reihen schräg einander gegenüber [illegible] ihren untern zu Haken umgebogenen [illegible] aus drei Platten (Fig. 4) gebildeten [illegible] Nuten erfaßt und gehoben und gesenkt [illegible] Maschen einzeln nebeneinander bilden. [illegible] Winkelhebeln (Fig. 4) kann man die [illegible] platten verstellen, sodaß die Nadeln [illegible] tief herabsinken und locker oder fest [illegible] diese Maschine eine „Strickmaschine" [illegible] mit ihr namentlich Strümpfe ungefähr [illegible] Weise herstellen kann, wie durch Hand[illegible] rund, regulär und ohne Naht, hat aber [illegible] auch auf andere, flach wie der Handstuhl [illegible] Maschinen mit übertragen, wenn dieselben [illegible] zu bearbeiten waren und die Form der [illegible] gulär, also ohne zu schneiden, erzielen [illegible] Fig. 2 abgebildete Strickmaschine von [illegible] de Watteville ist eine Lamb'sche Maschine [illegible] ter Fadenführung und Fadenspannung, [illegible] für die Lamb'sche Maschine aus einem [illegible] (Fig. 8), welcher den etwa überflüssigen [illegible] zieht und später wieder nachliefert. Die Strickmaschine von Christoffer (Fig. 6) kann auch [illegible] Waare liefern; die Maschenbildung erfolgt [illegible] mit kurzen Haken und einen rotirenden [illegible] an jeder bei ihm vorbeigeführten Nadel [illegible] hoch zieht und über die Nadel abschlägt. [illegible] maschine von Hinley, (Fig. 5) endlich [illegible] Waarenstücke arbeiten (wie der Handstuhl) [illegible] ist eigentlich nicht eine Wirk-, sondern eine [illegible] kettenstichnähmaschine, welche mit einem [illegible] Faden als Schleife durch eine alte Masche [illegible] führt, diese Schleife durch einen Faden [illegible] und endlich als neue Masche auf einen [illegible] hängt. Der Kamm, welcher der Nadeln [illegible] strumpfstuhls entspricht, erhält die neuen [illegible] zeln nebeneinander, während er sich auf [illegible] an der Nähnadel vorbeibewegt.

Die Maschinen zur Kettenwirkerei sind [illegible] flache mechanische Kettenstühle; Rundstühle [illegible] man bislang nur für Herstellung ganz [illegible] gebaut und kennt sie unter dem Namen [illegible] Maschinen.

Die meisten Gewebe, sowol die Gewebe [illegible] (geradfadige Gewebe), als auch die Wirkfadige Gewebe), erfahren nach ihrer Herstellung zu ihrer Verschönerung dienliche Operationen, unter dem Namen Appretur, Appretur zusammenzufassen pflegt; dahin gehört [illegible] schen und Trocknen der baumwollenen [illegible] Gewebe, das Walken, Rauhen, Scheren, [illegible] Pressen der tuchartigen Stoffe, das [illegible] landern der Kattune, im weitesten Sinne auch das Färben und Drucken. Der [illegible] Raum gestattete von den hierzu benutzten Hülfsmitteln nur die Aufnahme einer im Sinne von Beispielen aufzufassenden [illegible] Centrifugaltrockenmaschine (Fig. [illegible] Walke (Fig. 12) und einer Hutpresse.

Die erstgenannte Maschine findet [illegible] unmittelbar nach dem mit sehr einfachen [illegible] auszuführenden Waschen der Gewebe [illegible] des allergrößten Theils des anhängenden [illegible] besteht aus einem an verticaler Spindel [illegible] kreiscylindrischen Kessel von Kupferblech [illegible]

vielen kleinen Löchern versehen sind, aus talen, nach entgegengesetzten Richtungen Antriebwellen, welche mittels Reibrädern Spindel in sehr schnelle Rotation ver- h aus einem den Kessel umschließenden velchem das die Antriebwellen lagernde chraubt ist; füllt man die nassen Gewebe ein und versetzt ihn in Drehung, so übt galkraft die bekannte Wirkung aus, die die Wandung des Kessels anzulegen und nde Wasser bis auf einen kleinen, durch zu entfernenden Bruchtheil durch die Band durchzutreiben; dasselbe sammelt sich en des umschließenden Gehäuses und fließt itliche Oeffnung stetig ab.

g. 12 dargestellte Walke (Doppelkurbel- himmel in Chemnitz) dient zu einer eigen- Bearbeitung tuchartiger (schafwollener) h welche der Fadenlauf derselben (die keit) zum Verschwinden gebracht und die osten der Länge und Breite) erheblich ver- r die Eigenschaft, warm zu halten, in er- verliehen werden soll; diese Bearbeitung, tem unter Gegenwart von Seifenwasser Durchkneten besteht, beruht auf der r Schafwollhaare, in erweichtem und er- tand sich schraubengangförmig zusammen- sodann unter Einwirkung kneelender Be- zu verfilzen; die hier abgebildete Maschine nem glattwandigen, innerlich mit Holz Troge, dessen Boden sich nach beiden n kreiscylindrischer Form erhebt, einen in- und herschwingenden Klotz (Walk- lcher seine Bewegung von der horizontalen aus mittels kurzer Schubstangen em- u walkenden, gehörig angefeuchteten, un- ufammengelegten Gewebestücke werden zu des Walkhammers in den Trog einge- ihren nun, indem sie vor dem Hammer an der Innenwandung des Trogs auf- egelmäßig von oben her wieder vor den fallen, also eine langsame Circulation ie angedeutete Bearbeitung. Andere als Gewebe besitzen die Walkfähigkeit nicht; nen Maschinen der beschriebenen Art zum ener und baumwollener Stoffe benutzt

toffe besitzen in einigem Grade die Eigen- mbarkeit, d. h. es nehmen die Elementar- auch die daraus erzeugten Fabrikate, kung von Wärme jede ihnen aufgeprägte behalten dieselbe alsdann mit einer ge- rrlichkeit. Von dieser Eigenschaft, die eim Plätten und Bügeln der Wäsche in nommen wird, macht die in Fig. 13 dar- resse eine vortheilhafte Anwendung; die- aus Filz, Gewebe, Strohgeflecht u. s. w. Hüten die durch die jeweilige Mode vor- form geben; sie enthält daher eine guß- ndige, von unten her durch Holzkohlenfeuer hitzte Form, auf welche der Hut aufge- ann mittels eines sogenannten Gummi- len Stellen gleichmäßig aufgedrückt wird; ibeutel ist eine haubenförmige dickwandige lkanisirtem Kautschuk, am Rande in einem lbkugeligen Deckel so befestigt, daß auf die Herstellung eines sehr hohen Drucks tmosphären) mittels eingepumpten Wassers ie Figur zeigt diesen Deckel aufgeklappt, Stellung der zu formende Hut eingelegt werden kann; er wird vor Herstellung des hohen Drucks niedergeklappt und mittels eines kräftigen Riegelverschlusses geschlossen; das Einpumpen des Wassers geschieht wie in einer hydraulischen Presse mittels einer von Hand bewegten kleinen Druckpumpe; seit Einführung dieser Maschine ist das früher übliche Aufbügeln der Hüte auf die Form fast gänzlich außer Gebrauch gekommen.

Nähmaschinen, Stickmaschinen.

(Tafel 13.)

Die Ausbildung brauchbarer maschineller Hülfsmittel zur Herstellung von Verbindungs- und Ziernähten ist einer der rühmenswerthesten Erfolge erfinderischer Thätigkeit des letzten Vierteljahrhunderts; die eigentliche Fabrikation guter Nähmaschinen begann in den Vereinigten Staaten im Jahre 1850, in Deutschland 1854.

Die älteste Art von Nähmaschinen, welche überhaupt in ausgedehntern praktischen Gebrauch gekommen sind, lieferten die gewöhnliche, durch Handarbeit herstellbare Heftnaht, bei welcher, wie Fig. 1 zeigt, ein einziger Faden abwechselnd von der obern nach der untern Seite der zu vereinigenden Gewebestücke und zurück läuft; die Erzeugung derselben fordert, daß die Nadel selbst den gesammten Weg des Fadens zurücklegt, also entweder bei jedem Stich ganz durch den Stoff hindurchgeht, oder, wie Fig. 2 zeigt, gleichzeitig mehrere Windungen des wellenartig gefalteten Stoffs durchsticht; in Fig. 3 und 4 sind zwei zur Herstellung der Heftnaht bestimmte Maschinen dargestellt, wie sie vielfach in Appretranstalten und Kattundruckereien benutzt wurden, um die einzelnen Gewebestücke mit ihren Enden aneinanderzunähen; zwei ineinandergreifende Zahnräder legen den ihnen zugeführten Stoff in viele regelmäßige Falten und schieben dieselben auf eine den Nähfaden in einem Oehr enthaltende lange Nadel, welche am Gestell befestigt ist und deren möglichste Annäherung an die Zahnräder durch eine auf deren Umfläche eingedrehte Nut zugelassen wird; läßt man alsdann die Nadel vom Gestell und zieht man sie vollends durch die Falten hindurch, so wird der Faden nachgezogen und verbindet die wieder geradgestreckten Stofflagen. In einer andern Art ist dieselbe Naht auch auf Maschinen hergestellt worden, bei denen eine doppelspitze, in der Mitte mit dem Oehr versehene Nadel (Fig. 1) mittels zweier auf beiden Seiten der Stofflagen befindlicher Zangen abwechselnd gefaßt, durchgesteckt, wieder gefaßt, durchgezogen und an einer andern Stelle in entgegengesetzter Richtung durch den Stoff geführt wird. Jedoch ist dieser Operationsmodus nur bei den weiter unten zu besprechenden Stickmaschinen in Gebrauch geblieben, während die Maschinennähereien andere Arten von Nähten benutzte, bei welchen die Nadel nur von einer Seite in den Stoff tritt, den Faden mittels eines dicht über der Spitze befindlichen Oehrs durch den Stoff bringt, worauf der Faden durch eine Schlinge desselben Fadens (Einfadenkettenstich, Tambonrirstich) oder durch einen zweiten Faden (Doppelsteppstich, Doppelkettenstich) gehalten wird und sodann die Nadel nach derselben Seite wieder zurückgeht, um an einer andern Stelle des inzwischen weiter geschobenen Stoffs wieder einzustechen.

Von dem sogenannten Einfadenkettenstich geben die Fig. 5 und 6 eine genauere Vorstellung; man erkennt aus Fig. 5, daß hier der Nähfaden für jeden Stich eine Schleife bildet, welche den doppelt zusammengelegten Faden des nächstfolgenden Stichs umfaßt; die Naht hat die Eigenschaft, daß, wenn man den Faden an einem Ende (rechts, mit Beziehung auf Fig. 5) anzieht, ihre Auflösung ohne Hemmniß erfolgt, eine

Eigenschaft, welche in einzelnen Fällen (Näharbeiten im Familienhaushalt) erwünscht, für die möglichste Haltbarkeit des Stoffs jedoch natürlich unwillkommen ist; Fig. 6 zeigt, wie bei dem Vorkommen eines sogenannten Fehlstichs die Trennung der beiden Stofflagen ohne Umstände möglich ist. Die gewöhnliche Art der Herstellung (mittels drehenden Hakens) soll durch Fig. 7 verdeutlicht werden; man sieht hier bei a die durch Niedergang und Beginn des Rücklaufs der den Faden führenden Nadel erfolgte Bildung einer Schleife (die Nadel hat auf der rechten Seite eine nur so flache Mitte, daß bei dem Rückgang derselben der mitgezogene Faden durch die Reibung im Stoff zurückgehalten, also zu einer Schleife formirt wird); man erkennt ferner (bei a und b), wie die Spitze eines an einer horizontalen Achse sitzenden Hakens in diese Schleife eingreift; während der hierauf folgenden Drehung des Hakens um 180 Grad geht die Nadel gänzlich zurück, die Schleife wird gänzlich über den Haken gezogen und durch eine an denselben anstoßende quadrantenförmige Schaufel um 180 Grad gewendet, während gleichzeitig der auf einer polirten Platte, Nähplatte, ruhende Stoff um die Stichlänge fortgeschoben wird; die gebildete Schleife hat jetzt die in c dargestellte Form; sie bleibt einen Augenblick so weit geöffnet, daß beim folgenden Niedergang der Nadel der doppelt gelegte Faden (also die nächst zu bildende Schleife) durch dieselbe hindurchgeht, daher sie bei dem nun folgenden Verlassen des Hakens diesen doppelt gelegten Faden umfaßt, während sogleich durch die eintretende Hakenspitze die Bildung einer neuen Schleife erfolgt; die so entstehende Fadenverschlingung ist von derselben Art, wie diejenige der sogenannten Luftmaschen beim Häkeln. Die angegebene Bildungsweise der Einfadennaht ist der ihrer Einfachheit wegen besonders zum Familiengebrauch beliebten Maschine von Wilcox und Gibbs eigenthümlich, von welcher Fig. 9 ein perspectivisches Bild gibt; man sieht hier oberhalb eines von zwei durchbrochenen gußeisernen Gestellwänden getragenen polirten Tisches das bogenförmige Gestell, welches die schon erwähnte Nähplatte trägt; unterhalb derselben ist die horizontale Welle gelagert, welche den beschriebenen Haken trägt und mittels Schnurlauf von einer unter dem Tisch angeordneten Triebscheibe die Rotationsbewegung empfängt; die Drehung dieser Triebscheibe wird mittels Kurbelgetriebe von einem lyraförmig gestalteten Fußtritt erzeugt. Die Nadel sitzt in einer vertical geführten Stahlstange (Nadelstange), deren Bewegung mittels eines ungleicharmigen Hebels durch Excenter und Excenterstange von der Drehung der Greiferwelle abgeleitet wird. In der Nähe der Nadel vollführt in einem rechtedigen Ausschnitt der Nähplatte der sogenannte Stoffrücker eine krummlinige oder rechteckige Translationsbewegung dergestalt, daß wenn der zu nähende Stoff zwischen die gekerbte Oberseite dieses Stoffrückers und die glatte Unterseite des von oben her federnd angedrückten Stoffdrückers gebracht wird, eine schrittweise Fortschiebung des Stoffs erfolgt, deren Betrag übrigens durch einen besondern Mechanismus (Stichsteller) der gewünschten Stichlänge entsprechend verstellt werden kann.

Der Einfadenkettenstich kann übrigens auch mittels eines geradlinigen hin- und hergehenden Hakens erzeugt werden; Fig. 8 zeigt ein kleines, jedoch nicht zu ernstlicher Anwendung geeignetes Nähmaschinchen dieser Art, bei welchem der schwingende Haken und der Stoffrücker an einem einzigen federnden Blechstück sitzen, dessen Schiebung durch die gekrümmte Nadel selbst erfolgt; letztere bildet wiederum ein federndes Stück mit der Nähplatte und wird unmittelbar durch den Druck des Fingers zum Einstechen gebracht; die Abbildung dieser Maschine ist aufgenommen, um die gegenwärtig vorherrschende Richtung zu einer Vereinfachung durch Verminderung der beweglichen Theile zu charakterisiren; an einer [illegible] leidet bei fortschreitender Vereinfachung die Brauchbarkeit wieder auf.

Der Zweifadensteppstich ist in Fig. 10 und 11 illustrirt; von den beiden zur Naht erforderlichen Fäden tritt der eine von der obern der untern Seite in den Stoff, schließen sich in der Mitte derselben, wo sie zusammen, dieser über jenem hinläuft; hat der obere viel stärkere Spannung als der untere, indem sich der erstere ganz straff legt, der nicht in der Mitte der Stoffstücke, wie Fig. 10 zeigt) auf der Unterseite des Stoffs. Im Falle ein verhältnißmäßig leichterer Faden als der andere möglich ist; Grundbedingung einer guten Naht ist daher, daß sich die ganz gleichmäßige Spannung der Hauptvorzug derselben die also große Haltbarkeit und das gleichmäßige Aussehen beiden Seiten des Stoffs. Von den angegebenen Art verschlungenen Fäden der obere durch die Nadel herbeigeführt, der untere auf einem Laufspulchen [illegible] in einem dem Webschützen (Taf. 11, [illegible] ähnlichen kleinen stählernen Schiffchen (Taf. 13, Fig. 11 und 12); das Zuführen wird mittels der Fig. 12 verständlichen [illegible] cher drei verschiedene gegenseitige Bewegungen del und Schiffchen dargestellt sind; [illegible] den Oberfaden durch den Stoff [illegible] reits ein Stück zurückgegangen, [illegible] Leser abgewendeten Seite) die Bewegung begonnen hat; das Schiffchen mit dem Unterfadens beginnt seine geradlinige bewegung von links nach rechts, [illegible] spitzen Ende durch die gebildete Schleife fahren; bei b erscheint es zu drei [illegible] gangen, bei c hat es seinen Lauf [illegible] her die Umschlingung des Unterfadens zu Stande gebracht ist, [illegible] (durch den vorhergehenden Stich [illegible] faden hinter sich läßt; durch den [illegible] Nadel (nach Befinden unter Mitwirkung [illegible] dern Fadenspanners) wird nun der [illegible] gezogen und zieht daher den Unterfaden der Stoffdicke nach oben. Diese Umschlingung zwischen Polsfaden und den gazebindigen Geweben; wie [illegible] Schußfäden gehalten werden, erfolgt [illegible] Verbindung der beiden Stoffstücke, [illegible] zu ihrer Herstellung dienenden Maschine) knüpft sich an die Namen der [illegible] Howe und Singer. Die äußere [illegible] cher Schiffchenmaschinen (aus [illegible] mens Müller in Dresden) ist aus der [illegible] ersehen; bei der einen geschieht [illegible] Nadelstange mittels Hebel und [illegible] andern mittels verzahnter Räder. [illegible] Schiffchen in einem Korb, welcher [illegible] platte die erforderliche geradlinige [illegible] Maschinen dieser Art sind für [illegible] (Nähmaschinen in Tuch und Leder [illegible] Gebrauch, neuerdings haben sie [illegible] sionen ausgeführt) auch für die [illegible] die Einfadenkettenstichmaschine [illegible]

ı, nachdem ihr Verkaufspreis durch höchst ra-
e Fabrikationsmethoden beträchtlich herabgezogen

: der durch die Fig. 15 und 16 dargestellten
aschine von Wheeler und Wilson, welche aus-
lich für Weißzeugnäherei im Gebrauch ist, erfolgt
erstellung derselben Naht ohne Schiffchen, unter
fenahme eines rotirenden Hakens und eines in
Höhlung desselben untergebrachten flachscheiben-
gestalteten Spulchens („stehende Spule"); die
und Wirkung der letztgenannten Theile wird
en Fig. 17 und 18 ersichtlich; in Fig. 17 hat
adel diejenige Stellung, bei welcher die Spitze
reifers die entstehende Schleife des Obersadens
; diese Schleife wird durch die weitere Drehung
Greifers vergrößert und vermöge dessen eigen-
icher, ohne Modell schwer zu verdeutlichender
t so geführt, daß die den Untersadenvorrath ent-
de Spule hindurchschlüpft (oder richtiger: die
fe über diese Spule hinweggezogen wird); dieser
ng ist bei der in Fig. 18 „dargestellten Position
ı vollendet; die Obersadenschleife verläßt den
r bei weiterer Drehung (Fig. 17, links) und
bei Gelegenheit der Erzeugung des nächstfolgen-
Stichs durch Anziehen des Fadens zum Ver-
den gebracht, wobei die beiden Faden ihre gegen-
Umschlingung vollenden. Der Vortheil dieser
ngsweise der Doppelsteppstichnaht liegt in dem
all der oscillirenden Bewegung des Schiffchens,
t das lästige Geräusch der Schiffchenmaschinen
igt und eine größere Stickzahl pro Zeiteinheit
glicht ist. In Fig. 19 ist der zu dieser Maschine
ige Stoffrücker und die Nadel in größerm Maß-
dargestellt; die Fig. 20 und 21 zeigen die An-
ung zweier wichtiger Hülfsapparate (des Säumers
des Schnurausnähers) an der Nähplatte; dieselben
len, daß der zu bildende Saum, beziehentlich die
ähende Schnur sich ohne besondere Bemühung
ähenden genau unter die einstechende Nadelspitze
n.

: größte Fadenlänge erfordert der in den Fig.
d 23 dargestellte Zweifadenkettenstich; hier bildet
Obersaden in jedem Stich eine Schleife, welche
durch den Stoff hindurchgezogen und auf der
seite desselben durch den zweiten Faden gebunden
elcher sowol diese Schleife als Ganzes umschließt,
uch (in rückläufiger Bewegung) dieselbe durch-
t. Dieser Stich liefert eine sehr haltbare Naht,
wenn man den Untersaden besonders stark nimmt,
chöne Ziernaht; zu seiner Herstellung dienen zwei
n, eine gerade für den Obersaden und eine kreis-
förmig gekrümmte (Zirkelnadel) für den Unter-
. Die nordamerikanische Firma Grover und Baker
e ersten und meisten Nähmaschinen für Zweifaden-
stich auf den Markt gebracht; in Fig. 24 ist eine
dargestellt.

der äußern Disposition der Theile werden bei
Nähmaschinen oftmals erhebliche Aenderungen
endig, wenn die zu nähenden Gegenstände eine
chförmige oder sackförmige Gestalt haben, wie
ärmel, Schuhe u. dgl.; statt der Nähplatte dient
nn ein freiragender metallener Hohlcylinder (Fig.
der eine vierseitige abgestumpfte Pyramide (Fig.
ur Unterstützung des Arbeitsstücks.

s in naher Verwandtschaft mit der Nähmaschine
d, ist auf unserer Tafel noch die Heilmann'sche
maschine durch eine Abbildung (Fig. 27) ver-
, bei welcher die durch Fig. 1 charakterisirte
ungsart der Nadel zu Grunde liegt und eine große
ngsfähigkeit durch gleichzeitige Bewegung sehr
vieler Nadeln (200 bis 500), welche in zwei horizontalen Reihen angeordnet sind, erzielt wird. Der mit Stickereien zu bedeckende Stoff ist in einem verticalen Rahmen glatt ausgespannt und mit diesem in seiner Ebene nach jeder Richtung beweglich; durch einen Storchschnabel empfängt dieser Rahmen vor jedem Durchgang der Nadeln von einem durch den Arbeiter auf einer Musterzeichnung weiter gesetzten Fahrstift aus eine dem Intervall zweier Nachbarstiche entsprechende Bewegung; vor und hinter diesem Rahmen ist auf horizontalen Gleisen je ein breiter Wagen fahrbar angeordnet, welcher für jede Stickadel eine kleine Zange trägt; alle Zangen eines solchen Wagens können mittels eines einfachen, vom Arbeiter zu bewegenden Mechanismus gleichzeitig geöffnet und geschlossen werden, um die Stickadeln sämmtlich freizulassen oder sämmtlich zu fassen. Hiernach ist das Spiel dieser Maschine leicht zu verstehen: die Nadeln, welche in ihrem auf der Mitte sitzenden Oehr ein Fadenstück enthalten, werden durch Herausschieben des einen Wagens in den Stoff eingestochen, auf der entgegengesetzten Seite von den Zangen des zweiten Wagens erfaßt und so weit durchgezogen, daß die nachfolgenden Fäden straff werden; hierauf folgt die durch das Muster bedingte Versetzung des Stoffrahmens, die Nadeln werden an einer andern Stelle durchgesteckt, von den Zangen des ersten Wagens erfaßt, abermals durchgezogen bis zu voller Anspannung der Stickfäden, worauf der Rahmen mittels des Storchschnabels um ein Stichintervall weiter gesetzt wird u. s. f.

Diese Maschine begründet ihre Leistungsfähigkeit, wie man sieht, auf das schon mehrfach erwähnte Princip der Vervielfachung des Werkzeugs, ohne daß jedoch der Betrieb durch Naturkräfte — wie solches bei der Nähmaschine der Fall ist — möglich wäre.

Buchdruckmaschinen.

(Tafel 14.)

Von den beiden Hauptarbeiten des Buchdruckers, dem Setzen und Drucken, wird zur Zeit nur die eine, das Drucken, unter Benutzung maschineller Hülfsmittel ausgeführt, wogegen das Setzen, d. h. die geordnete Zusammenfügung der mit erhabenen Schriftzeichen versehenen metallenen Typen zu Zeilen und Columnen, ein zu hohes Maß von Intelligenz erfordert, als daß hierfür die Handarbeit zu entbehren wäre. Unsere Tafel enthält daher zwar Druckmaschinen, aber keine Setzmaschinen, wiewol an der Ausbildung der letztern vielfach gearbeitet wird; dagegen sind zur Vervollständigung der Darstellung die wenigen Werkzeuge des Setzers aufgenommen.

Die kleinen Theile, aus welchen die Formen zum Bücherdruck zusammengesetzt werden (Typen, Lettern), sind aus einer Legirung von Blei und Antimon gegossen und enthalten die mit Farbe auf das Papier zu übertragenden Buchstaben, Zeichen u. s. w. in verkehrter und erhabener Darstellung. Außer den eigentlichen Schriften gehören dahin Zeichen verschiedener Art, Klammern, Linien, Einfassungen, ferner die nicht zum Abdruck gelangenden, sondern nur zur Ausfüllung der im Druck leer bleibenden Räume bestimmten Ausschließungen (Quadrate oder Gevierte, Halbgevierte und Spatien), endlich der Durchschuß, dünne Streifen (Durchschußlinien) oder dickere Stäbchen (Concordanzquadrate), welche zwischen die Zeilen eingesetzt werden, wenn man sie in größern Abstand voneinander bringen will. Jede Letter besitzt nahe am Fuße, und zwar auf der Fläche, welche dem untern Ende des Buchstabens entspricht, eine halbrunde Auskerbung (Signatur), welche als ein fühlbares Merkmal dient, um die rich-

tige Stellung ohne Hinsehen zu finden. Die Herstellung der Lettern geschieht in einem sogenannten Gießinstrument, d. h. einer mehrtheiligen metallenen Gießform; die gegossenen Lettern erfordern vor ihrer Verwendung gewisse Zurichtungsoperationen (Schleifen, Hobeln, Bestoßen) zur Entfernung des Grathes, Herstellung der genauen Länge u. s. w.; unsere Tafel zeigt in Fig. 17 zwei Ausführungsformen des sogenannten Linienhobels, mit dessen Hülfe die Endflächen der gegossenen (oder auch gezogenen) Linien genau rechtwinkelig (zuweilen auch unter spitzem Winkel) abgehobelt werden; Fig. 18 gibt die Anordnung eines Linienschneide-Instruments, bei welchem die gleiche Absicht durch ein scherenartig wirkendes, an einem Hebel sitzendes Messer erreicht wird.

Die verschiedenen Schriften werden in die Fächer des Setzkastens, Fig. 12, vertheilt, und zwar so, daß die am häufigsten vorkommenden Buchstaben der Hand am nächsten sind. Aus den verschiedenen Fächern dieses Kastens entnimmt nun der Setzer die zur Wiedergabe eines Manuscriptes erforderlichen Lettern mit der rechten Hand und fügt dieselben in dem in seiner linken Hand befindlichen Setzinstrument, dem Winkelhaken, Fig. 14 und 15, zu Zeilen aneinander; das abzusetzende Manuscript ist an einem auf dem Kasten eingestochenen Halter, dem Tenakel, Fig. 13, befestigt. Sobald eine Zeile voll gesetzt ist, wird sie ausgeschlossen, d. h. man erzeugt durch Einschiebung dünner Spatien eine angemessene Spannung, welche das Herausfallen einzelner Buchstaben bei den folgenden Manipulationen verhindert; alsdann wird ein passend gestaltetes Stück Messingblech, die Setzlinie, übergelegt, damit die neue Zeile eine glatte Unterstützungsfläche findet. Mit 10 oder 12 Zeilen ist der Winkelhaken gefüllt und es wird nunmehr der Satz auf ein mit Randleisten versehenes Bret, das Schiff, Fig. 16, aufgestellt. Hat sich hier so viel Satz angesammelt, daß er eine Druckseite (Columne) gibt, so wird das Ganze mit Bindfaden fest umschlungen (ausgebunden), worauf die Columne frei aufgenommen und auf eine Tafel übertragen werden kann. Zu einem vollen Bogen gehören, je nach dem gewählten Format, 8, 16, 24 u. s. w. Columnen. Diese werden auf der erwähnten Tafel in der erforderlichen Anordnung aufgestellt, mit einem eisernen Formrahmen umgeben, die Lücken zwischen den Columnen mit genau rechtwinkelig gearbeiteten hölzernen oder auch metallenen Stegen ausgefüllt, endlich Columnen, Stege und Formrahmen mittels Schrauben, Keilen, Zahnstangen und Getrieben (mechanische Schließstege, Fig. 20) zu einem festen Ganzen zusammengeschlossen; vorher feuchtet man den Satz mit Wasser an, damit die von den Bindeschnuren zu befreienden Columnen durch Adhäsion zusammenhalten. Vor Beginn des eigentlichen Drucks wird zunächst ein Probeabdruck genommen, auf welchem alle etwa vorhandenen Fehler aufgesucht und bezeichnet werden (Correctur). Hierbei kann der in Fig. 19 dargestellte Apparat mit Vortheil benutzt werden; derselbe besteht aus einem Tisch mit gehobelter Metallplatte zur Aufnahme des Satzes und aus zwei zur Geradführung einer Druckwalze angegossenen horizontalen Leisten. Man trägt die Druckfarbe mittels einer elastischen, aus Leim und Sirup über einer Achse gegossenen Walze auf, legt den schwach durchfeuchteten Druckbogen über, bedeckt denselben mit einigen andern Papierbogen oder mit einem Stück Filz und rollt nun die mit Filz bedeckte (in unserer Figur dargestellte) Druckwalze unter Ausübung eines angemessenen Drucks über den Satz hin. Auf dem so erhaltenen Abdruck werden vom Corrector alle Fehler verbessert, worauf der Setzer nach Anleitung des [illegible] Bogens die Verbesserungen in [illegible] unter Benutzung einiger einfacher [illegible] aufgenommenen) Hülfswerkzeuge (Ale[illegible] in den meisten Fällen wird auf [illegible] zweiter und selbst dritter Probe[illegible]bogen) gemacht, um die mit [illegible]nächigkeit dem Satze sich anhe[illegible] zu beseitigen. Hiernach ist die Druck[illegible] fertig. Bevor wir jedoch nach [illegible] Einrichtung der Druckmaschinen [illegible] einiger zur Herstellung der schen [illegible] und der Druckschwärze dienenden [illegible] Die aus Leimlösung und Sirup [illegible] Farbwalze wird in einem durch [illegible] doppelwandigen kupfernen Kessel [illegible] mit Schöpfkellen in die aus Kupfer [illegible] bestehende Gießhülse, Fig. 6, eingegossen [illegible] in dieser die metallene Achse [illegible] Hülse ist zweitheilig und kann [illegible]lung und Erhärtung der Masse [illegible] Druckfarbe besteht von alters her [illegible] Mischung von eingekochtem Leinöl [illegible] zu deren Herstellung und höchsten [illegible] sich besonderer Reibmaschinen bedient [illegible] nach Art der Kegelmühlen, Fig. [illegible] mühlen (Taf. 1, Fig. 15) construirt [illegible]

Die zum Drucken dienenden Ma[illegible]tungen sind die Handpressen [illegible] pressen oder Druckmaschinen. [illegible] der erstern enthält unsere Tafel [illegible] und 7 dargestellten Anordnungen [illegible] gegenwärtig beliebteste Einrichtung [illegible] dar. Der Satz wird hier auf eine [illegible] Platte, dem Karren oder Fundament [illegible] welcher auf zwei horizontalen Fü[illegible]zontal verschoben werden kann; in der [illegible] liegt der Satz (die Form) frei und [illegible] Farbwalze eingeschwärzt, auch mit [illegible] den Bogen und einem aus dünnem [illegible] bestehenden Deckel bedeckt werden, [illegible]lung wird eine kräftig ausgeführte [illegible] mit Rippen versehene gußeiserne [illegible] mit kräftigem Drucke niederbewegt [illegible] eines Mechanismus, der eine [illegible] Uebersetzung zwischen Kraft und [illegible] der nämlich als Verbindung eines [illegible] Kniehebels mit einem großen [illegible]hebel (Preßbengel) anzusehen ist; [illegible] mit Farbe bedeckten Buchstaben [illegible] das Papier gleichmäßig und kräftig [illegible] entsteht durch Mittheilung der [illegible] Abdruck; der Tiegel wird wieder [illegible] nach vorn gefahren, der Deckel [illegible] bedruckte Bogen abgenommen.

Alle hiernach erforderlichen Ver[illegible] Hand ausgeführt. Die Abdrücke [illegible] Pressen von tadellosser Beschaffenheit [illegible] doch ist die Quantität der Leistung [illegible] beträgt (bei Voraussetzung zweier [illegible] 200 Abdrücke pro Stunde.

Auch die kleine Numerir[illegible]schine, Fig. 7, kann zu den Hand[illegible] obwol sie nicht eine aus sehr viel[illegible]gesetzte Form enthält; sie dient zu [illegible]dener Bücher und zum Druck [illegible] auf Werthpapieren, Lotterielosen [illegible] wird das zu bedruckende Blatt [illegible] Fläche aufgelegt und der aus [illegible]hende Satz befindet sich am einen

em einen kleinen selbstthätigen Schwärzapparat die Ziffern befinden sich am Umfang kleiner rer Scheiben, welche in gleicher Art wie die en eines Zählwerks durch die Hebelbewegung eine solche schrittweise Drehung empfangen, daß rtgesetztem Niederdrücken des Hebels die natürzahlenreihe gedruckt wird.

nellpressen nennt man solche Druckmaschinen, auf den Betrieb durch Naturkräfte eingerichtet ieselben wurden durch einen Deutschen, Friedrich g aus Eisleben, erfunden, jedoch infolge der Klägs Patentschutzverhältnisse Deutschlands nicht hier, n in England (1804—12) zur eigentlichen brung gebracht. In den Fig. 1 und 2 sind iden verbreitetsten Anordnungen der König'schen lpressen dargestellt. Bei beiden ruht die Druckauf einem ebenen Karren, dessen Hin- und Herng jedoch mittels eines Hypocykloidenrädertwerks bewegung) von einer durch Dampf betriebenen bwelle aus erfolgt; das Aufpressen des Bogens ie eingeschwärzte Form geschieht mittels eines mit berzogenen gußeisernen Cylinders, welcher durch Zahnstangen und zwei Getriebe in solcher Art t wird, daß seine Umfangsgeschwindigkeit mit eschwindigkeit des Karrens in jedem Augenblick der gung genau übereinstimmt. Die einfache Schnelle, Fig. 1, enthält einen, die doppelte, Fig. 2, zwei Druckcylinder; die Bewegung derselben ist infoeine abgesetzende, als ihre Drehung nur während ruckens erfolgt, worauf sie während der Karrenhr stillstehen. Innerhalb dieses Zeitintervalls gt sowol das Einschwärzen der Druckform als das gen eines Bogens; für ersteres ist ein ganzes m elastischer Farbwalzen vorhanden; die oberste sich innerhalb eines mit Farbevorrath gefüllten lters; eine schwächere Leckwalze tritt in periodiHebung an dieselbe heran und überträgt die abnmene Farbe auf eine unter ihr befindliche mit ung und Schiebung zugleich begabte Walze; über folgende stärkere Walze gelangt die Farbe auf unelastische (metallene) Walze und von dieser auf eiden Auftragwalzen, welche die Schriftseite der berühren. Das Einlegen des schwach gefeuchPapiers geschieht durch einen seitwärts der hine aufgestellten Knaben oder ein Mädchen; von im obersten Theil der Maschine befindlichen ervorrath wird je ein Bogen entnommen und auf schiefe Ebene so nahe an den Druckcylinder gen, daß derselbe ihn mit eigenen beweglichen ern (Greifern), welche in diesem Moment geöffind, erfassen kann; in dem Augenblick, wo die ung des Cylinders beginnt, klappen die Greifer nd ziehen den Bogen mit sich fort, der folglich hen Cylinder und Schriftsatz gelangt und sogleich ldt wird; hiernach wird der Bogen von einem em endloser, über Rollen gehender Bänder (Laufer) in Empfang genommen und durch ein leichtes nartiges Werkzeug (Ableger), welches in schwinder Bewegung zwischen den Laufbändern durchschlägt, einen Tisch abgelegt. Die Zahl der auf einer chen Schnellpresse dieser Art zu erhaltenden Abe beträgt 1000 bis 1500 pro Stunde; eine Doppellpresse, Fig. 2, liefert demgemäß 2000 bis 3000 rücke in derselben Zeit.

ür den Zeitungsdruck ist auch diese beträchtliche ungsfähigkeit noch nicht groß genug und man hat h Anwendung des Princips der Vervielfachung wirksamen Theile erstaunlich größere Productionsgleit zu erzielen gewußt. Am besten ist solches gegen, indem man die Druckform (durch Gießen hergestellte Copie des Satzes) auf dem Umfang eines gußeisernen Cylinders (Typencylinder) anordnete, gegen welchen eine größere Zahl von Druckcylindern zur Wirkung kommt; der Typus dieser Art Schnellpressen wird durch Fig. 3 repräsentirt, eine amerikanische Riesen- oder Mammuth-Schnellpresse darstellend; hier sind um den Typencylinder sechs Druckcylinder nebst sechs Anlegetischen und sechs Ablegern gruppirt, wozu eine gleiche Anzahl von Farbwalzenapparaten gehört; für jede Umdrehung des Typencylinders wird die Form desselben sechsmal abgedruckt, woraus die Möglichkeit erhellt, die Zahl der Abdrücke auch ohne das Tempo des Druckens zu beschleunigen, auf das Sechsfache der einfachen Schnellpresse (6—9000 pro Stunde) zu steigern; da es aber zulässig ist, die Geschwindigkeit einer in derselben Richtung rotirenden Form noch erheblich größer zu wählen, als diejenige einer geradlinig hin- und hergehenden Form (wegen des Wegfalls der Trägheitswirkungen), so ist die Zahl der Abdrücke auf einer solchen Presse leicht auf 12—16000 pro Stunde zu bringen. Die Uebersführung der geraden Form des Satzes in die kreiscylindrische Krümmung geschieht in folgender Art: Ueber dem fertigen Satz wird eine Matrize gebildet durch Uebereinanderlegen mehrerer mit Kleister bestrichener Papierblätter und Auflopfen derselben mittels einer Bürste; diese Matrize, welche die Schriftzeichen vertieft enthält, läßt sich mit Leichtigkeit biegen, daher in eine Gießform einlegen, deren Höhlung die dem Umfang des Typencylinders entsprechende Krümmung hat; durch Füllung der Gießform mit geschmolzenem Schriftzeug erhält man so die erforderliche cylindrisch gekrümmte Copie des Satzes, welche nur noch durch Bearbeitung mittels Bandsäge, Hobelmaschine und Drehbank auf den Typencylinder genau aufgepaßt werden muß.

Von den anderweiten in Buchdruckereien gebrauchten Maschinen enthält unsere Tafel noch eine Satinirmaschine, Fig. 9, eine hydraulische Glättpresse, Fig. 10, und eine Papierschneidemaschine, Fig. 11.

Das Satiniren des Papiers wird bei bessern Arbeiten vor dem Drucken vorgenommen; es verleiht demselben eine solche Glätte und Ebenheit der Oberfläche, daß es den Druck in seiner ganzen Reinheit und Schärfe aufzunehmen im Stande ist. Das Papier wird angefeuchtet und zwischen Zinktafeln gelegt, sodaß jeder Bogen auf beiden Seiten von einer Zinktafel berührt wird; etwa 25 solche Tafeln werden alsdann durch die Satinirmaschine, Fig. 9, geführt, welche im wesentlichen aus zwei gußeisernen, abgedrehten Walzen besteht, von denen die untere mittels eines doppelten Radvorgeleges von einer Kurbelwelle aus in Umdrehung versetzt und die obere mittels einer Schraubenstellung in solche Entfernung gebracht wird, daß die Zinktafeln beim Durchwalzen mit dem erforderlichen Druck gegeneinander gepreßt werden.

Das Glätten des Papiers erfolgt nach beendetem Druck unter Anwendung von Preßspänen oder Glanzpappen, welche in regelmäßiger Abwechselung mit je einem Bogen zu kleinen (25—50 Bogen enthaltenden) Stößen zusammengelegt werden; aus diesen und zwischengelegten Bretern wird ein größerer Stoß gebildet, den man in der hydraulischen Glättpresse, Fig. 10, einem mittels der zugehörigen Druckpumpe erzeugten hohen Druck aussetzt und längere oder kürzere Zeit darin beläßt. Zu demselben Zweck waren früher auch (und sind theilweise noch) Schraubenpressen im Gebrauch.

Die in Fig. 11 dargestellte Papierschneidemaschine findet ihre Anwendung hauptsächlich bei Ausführung der sogenannten Accidenzarbeiten, womit man die Druckarbeiten von kleinerm Umfang (Circulare,

Geschäftspapiere aller Art, Visitenkarten u. s. w.) bezeichnet; dieselben werden stoßweise auf dieser Maschine beschnitten und liegen hierbei auf einem festen Tische, gegen welchen sich in geradliniger, unter einem Winkel von 30—45 Grad gegen den Tisch geneigter Translationsbewegung ein scharfschneidiges Messer herabsenkt; die angegebene Bewegungsrichtung bewirkt, daß die Wirkungsweise des Messers derjenigen einer Säge nahe kommt, welche erfahrungsmäßig für das leichtere Durchschneiden günstig ist. Die Maschine wird mittels einer Kurbel, deren Welle durch zwei Stirnräderpaare und eine doppelte Schubkurbel mit dem Messer in Verbindung steht, in Bewegung gesetzt.

Maschinen des Schriftgießers, Stein- und Kupferdruckers.

(Tafel 15.)

Im Anschluß an die bei Beschreibung der vorigen Tafel nur kurz besprochene Herstellungsweise der Lettern sind mittels vorliegender Tafel zunächst einige maschinelle Hülfsmittel des Schriftgießers näher zu erläutern. In Fig. 10 ist eine zweckmäßige Anordnung des Gießofens dargestellt, in welchem die Schmelzung des Schriftmetalls erfolgt; dasselbe wird entweder mittels kleiner Löffel in das Gießinstrument eingegossen oder — wie die Figur zeigt — mittels kleiner metallener Handpumpen in dasselbe hineingespritzt. Vereinigt man Gießofen, Gießpumpe und Gießinstrument mit geeigneten Bewegungsmechanismen in solcher Art zu einem Ganzen, daß die Schließung des Gießinstrumentes, das Einspritzen des Schriftzeugs, das Auswerfen der fertigen Type u. s. w. von der fortlaufenden Drehung einer Antriebwelle abgeleitet werden kann, so hat man die in Fig. 11 dargestellte Letterngießmaschine, eine der bewundernswerthesten Leistungen der Maschinentechnik; dieselbe erzeugt stündlich etwa 1200 Typen, wogegen ein Schriftgießer höchstens 500 in derselben Zeit fertig bringt. Fig. 14 zeigt die äußere Einrichtung eines größern Gießinstrumentes (einer Gießform) zur Herstellung von Stereotypplatten. Man versteht hierunter aus Schriftzeug hergestellte Abgüsse ganzer Columnen des aus einzelnen Typen zusammengefügten Satzes, zum Zwecke der Schonung dieser Typen bei Herstellung großer Auflagen und der unveränderten Erhaltung des Satzes bei Herstellung solcher Werke, deren nachfolgende Auflagen keine Aenderungen erfordern (Bibeln, Logarithmentafeln u. s. w.) Es wird aus Gips oder aus mit Kleister bestrichenen Papierlagen eine Gegenform des Satzes hergestellt, welche nach erfolgter Austrocknung so in die kastenförmige Hohlform des in Fig. 14 dargestellten Apparates eingelegt wird, daß sie den dem einzugießenden Metall dargebotenen Hohlraum auf der einen Seite begrenzt. Statt des Gießens wendet man (so zur Vervielfachung von Holzschnitten) auch das galvanoplastische Verfahren an, indem man mittels der in Fig. 9 dargestellten Schraubenpresse eine Gegenform aus durch Erwärmen erweichter Guttapercha herstellt, diese an der Oberfläche durch Ueberziehen mit Graphit leitend macht und mittels des galvanischen Stroms eine Schicht Kupfer darauf ablagert. Das in Fig. 13 dargestellte Bestoßzeug dient zur Vollendung der gegossenen Typen durch Abhobeln der Kanten und besteht aus einer Einspannvorrichtung zur Aufnahme einer ganzen Reihe von Typen und aus einem darüber hinzuführenden Hobel. Zur Zurichtung der Stereotypplatten (Geradschneiden der Ränder) wird häufig eine kleine durch den Fuß zu betreibende Kreissäge, Fig. 12, in Benutzung genommen. Die Herstellung der sogenannten Linien geschieht statt [illegible] auf einer Ziehbank, Fig. 4, [illegible] geschnittene Blechstreifen auf einem [illegible]lichen Schlitten befestigt und mittels [illegible] triebe und Kurbel unter einem [illegible] bis die erforderliche Gestalt und [illegible]

In der dem Buchdruck nahe [illegible] und Steindruckerei bedient man [illegible] maschineller Hülfsmittel: die eine ([illegible]maschine, Reliefmaschine, Pantograph [illegible] schleifmaschine, Fig. 2, 3 und 7) [illegible] der Druckplatten, welche freilich [illegible] Handarbeit ist, die andere (Kupfer[illegible]druckpresse, autographische Presse u. [illegible]) zum Abdruck dieser Platten.

Die Liniirmaschine, Fig. 3, besteht aus festliegenden Rahmen, auf welchem [illegible] Getriebe und Kurbel ein Schlitten [illegible] schoben werden kann; letzterer [illegible] Prismenführung einen kürzern [illegible]chem ein mit Graviristift oder [illegible] Hebel angeordnet ist; mit Hülfe [illegible] Schraubenspindel, deren äußeres [illegible] Kopf trägt, läßt sich dieser Querschlitten [illegible] größere Intervalle verschieben, wo[illegible] erhellt, auf einer innerhalb des [illegible] festgehaltenen Kupferplatte, einen [illegible]stein u. s. w. ein System parallelen [illegible] zugraviren, wie solches zur Herstellungen erforderlich ist. Die Maschine eine Einrichtung, durch welche die [illegible] wellenförmig gestaltet werden, [illegible] Randform einer façonnirten Schrift. [illegible] Schlittenverschiebung eine gleichförmig [illegible]führt und einem auf ihr ruhenden [illegible]gende Bewegung in verticaler Ebene [illegible]tels geeigneter Zwischenmechanismen [illegible] Reißers in horizontaler Ebene umgesetzt [illegible] von derart erzeugten Wellenlinien [illegible] papieren ein beliebtes Schutzmittel [illegible]

Bei der in Fig. 2 dargestellten [illegible] besprochene Anordnung durch Hinzu[illegible]schnabels (Pantographen) und [illegible] apparats vervollständigt; der [illegible]nischen Verkleinerung gegebener, [illegible] zu übertragender Zeichnungen, [illegible]bildung von Reliefdarstellungen [illegible] solcher Art, daß die Schnittfiguren [illegible] mit der Oberfläche des Reliefs [illegible] Ebene der Druckplatte um ihre [illegible] werden; es entsteht so eine täuschende [illegible]phische Darstellung des Reliefs. [illegible] einer Drehscheibe oder eines Ovalwerkes der Druckplatte) mit dem Wellenwerk höchst mannichfache Linienverschlingungen [illegible] Wirkung (Guillochen) hervorbringen [illegible]ahmlichkeit aus freier Hand sie [illegible] Banknoten besonders geeignet machen.

Die in Fig. 7 dargestellte Steindruckpresse bildet ein nicht wohl zu entbehrendes [illegible]ßerer lithographischer Anstalten. [illegible] werden gebrauchte Steine an [illegible] mit Sand und Wasser so weit ab[illegible] Spur der vorhandenen Zeichnung [illegible] der Stein zur Aufnahme einer [illegible] Aetzung u. s. w. tauglich wird. [illegible] mittel wird mittels einer außerordentlichen Bewegung in krummliniger Bahn [illegible] getriebes von einer Antriebwelle [illegible] Stein herumgetrieben, wobei die [illegible]

n durch die Veranstaltung gesichert ist, daß die
eisplatte um ihren Verbindungszapfen mit der sie
enden Lenkstange frei drehbar ist.
ie in der Stein- und Kupferdruckerei angewende-
Handpressen unterscheiden sich von den typogra-
hen Handpressen wesentlich durch den Umstand,
das Aufpressen des Papiers niemals auf der gan-
Ausdehnung desselben gleichzeitig, sondern immer
innerhalb eines schmalen Streifens erfolgt, daher
Verschiebung der Druckplatte unter dem Druck
ibenden Organe nothwendig ist. Bei der Kupfer-
dpresse (Fig. 1) dienen hierzu zwei gußeiserne,
u kreiscylindrisch abgedrehte Walzen, zwischen denen
gehöriger Zusammenstellung die Kupferplatte, auf
yer die der Zeichnung entsprechenden Vertiefungen mit
e erfüllt sind, mit dem darübergelegten ange-
teten Papier langsam hindurchgeführt wird; dai-
Mittel ist bei der für Zinkplatten bestimmten
ographischen Presse (Fig. 8) in Anwendung.
der Steindruckhandpresse (Fig. 6) wird der Druck
als eines sogenannten Reibers hervorgebracht, eines
die ganze Breite der Maschine reichenden stumpf-
igen Holzstücks, welches mittels Drehung einer façon-
n Scheibe gegen den Stein kraftvoll niederdrückt
; letzterer liegt auf einem mittels Zahnstange und
iebe verschiebbaren Karren; seine obere Fläche ent-
die Zeichnung nicht eigentlich gravirt, sondern durch
vorherrschend chemisches Verfahren in solcher Weise
orgebracht, daß nur die Linien desselben die mit-
Walze oder Tampon aufzutragende Druckfarbe
nehmen, alle andern Stellen aber sich abstoßend
en dieselbe verhalten; der gehörig vorbereitete Stein
fängt das angefeuchtete Papierblatt, über welches
ein aus Rahmen und Lederstück bestehender Deckel
ergeklappt wird, worauf das Ganze unter dem
yer durchgezogen wird.
n neuerer Zeit sind für den Steindruck die Hand-
en durch Schnellpressen ersetzt worden, deren An-
ung große Aehnlichkeit mit denjenigen Buntdruck-
ellpressen haben, welche eine gerade Druckform
usetzen. Fig. 5 gibt das Bild einer solchen Presse;
Stein liegt auf einem mittels Schubkurbel von einer
nufenden Welle hin- und herzuschiebenden Karren und
durch Farbwalzen eingeschwärzt; das Papier wird
als eines darübergelagerten, mit Greifern ausge-
ten Cylinders zugeführt und entweder durch einen
ergehenden Reiber oder durch diesen Cylinder selbst
n den Stein gedrückt; der Handarbeit verbleibt
r nur noch das Anlegen und Abnehmen der
ter.
n manchen Fällen sind die lithographischen Bilder
träglich noch mit einer Prägung zu versehen, durch
he einzelne Theile des Papiers sich aus der Ebene
lben zur Erhöhung des Effects emporheben;
u benutzt man besondere Pressen (Schrauben- oder
ehebelpressen), welche das Papier zwischen einer
est gravirten Messingplatte und einer entsprechend
lteten, die Gegenform darbietenden Platte von
hem Material (Blei, Leder, Pappe) einem starken
ck auszusetzen gestatten; eine kleinere Prägpresse
r Art mit Schraube und Schwungkugeln ist in
15 zur Anschauung gebracht.

ıschinen der Taback- und Cigarrenindustrie.

(Tafel 16.)

lon den zur Verwandlung der Tabackblätter in
ctaback und in Cigarren benutzten mechanischen
fsmitteln enthält die vorliegende Tafel zwei Taback-
eidemaschinen (Fig. 13 und 16), sowie die sämmt-
lichen in der Cigarrenfabrikation benutzten Werkzeuge
und Maschinen.

Die in Fig. 16 dargestellte kleinere Tabackschneide-
maschine ist für Handbetrieb berechnet; der in schmale
Streifen zu zerschneidende Tabak (in Form eines
Blätterbündels oder eines zusammengedrehten Stranges,
einer Rolle) liegt auf einem Tisch und wird mittels
der federnden Platte F gegen denselben angedrückt;
zwei aufgeschraubte Winkelplatten wie G bewirken die
seitliche Führung; das Messer sitzt an einem Schieber, der
in einer Prismenführung des Gestelles I beweglich ist,
durch zwei Schraubenfedern aufwärts, durch Drehung
eines in einen Handhebel auslaufenden Excenters H
niederwärts bewegt wird; bei der Niederbewegung erfolgt
nicht allein das Zerschneiden des Tabacks, sondern
auch vorher die erforderliche Zuschiebung desselben;
hierzu dient die an der untern Kante gezahnte,
mit Langlöchern auf zwei Stiften des Gestells aufge-
hängte Platte A, gegen deren am obern Rande an-
geschraubte Schiene B die am Messer sitzende Knagge
C verschiebend und drehend zugleich wirkt, dergestalt,
daß diese Platte A in den Tabak einsticht und den-
selben unter das Messer schiebt, indem sie in die im
Verticalschnitt punktirt angegebene Position übergeht;
beim Rückgang des Messers wird dieser Zubringer
durch Federn wieder in die alte Lage geschoben, wobei
die Stellung der Schraube D zur Regulirung der Cud-
position und damit der Zuschiebungsgröße des Tabacks
dient. Fig. 13 zeigt eine große für Dampfbetrieb
eingerichtete Tabackschneidemaschine; die Bewegung des
Messers an der Mündung eines den Taback enthal-
tenden Kastens wird mittels Kurbelgetriebe, Balancier
und Schubstange von einer horizontal gelagerten An-
triebwelle abgeleitet; die ruckweise Zuschiebung der in
größerer Zahl übereinandergelegten Tabackblätter erfolgt
mittels einer über dem Boden des erwähnten Kastens
gelagerten Riffelwalze, welche von derselben Antrieb-
welle aus durch Kurbelgetriebe, Schaltwerk und Stirn-
räderpaar vor jedem Niedergang des Schneidemessers
eine kleine Drehung empfängt; da man sich den Tabak
in so hoher Schicht eingepackt denken muß, daß er
zwischen Walze und Kastenboden mit einiger Spannung
eingeklemmt ist, so setzt sich diese Walzendrehung in
eine Verschiebung des Tabacks um; die Größe derselben
kann dadurch verändert (regulirt) werden, daß man
den zum Betrieb des Schaltwerks bestimmten Kurbel-
zapfen in der diametralen Nut der auf der Antrieb-
welle sitzenden Kurbelscheibe an eine andere Stelle
bringt.

Von größerer Mannichfaltigkeit sind die in den übri-
gen Figuren dargestellten Werkzeuge und Maschinen
der Cigarrenfabrikation. Jede Cigarre durch-
läuft die folgenden vier Operationen: Bildung der
Einlage, Umwickelung des Umblattes, Formgebung durch
Pressen, endlich Auflegen des Deckblattes (Wickeln) und
Vollendung. Zur Bildung der Einlage bedient man sich
gegenwärtig fast allenthalben einer maschinellen Einrich-
tung, welche mit den schon beschriebenen Tabackschneide-
maschinen einige Aehnlichkeit hat, nämlich einer soge-
nannten Einlagetheilmaschine; eine der verbrei-
tetsten (von Reiniger in Stuttgart) zeigt Fig. 14. Der
vorbereitete lufttrockene Tabak wird in Partien, welche
das Material für 80 bis 150 Stück Cigarren enthalten,
abgewogen und in eisernen Rahmen von 600 Millimeter
Länge, deren Breite mit der Länge der zu erzeugenden
Cigarre übereinstimmt, in gleichförmig dicker Schicht
ausgebreitet; mittels dieser Rahmen wird der Tabak
bei a in den Zuführungskanal der Maschine einge-
schüttet und nunmehr mittels zweier endlosen Leder-
oder Guttaperchariemen dem Schneideapparat zugeführt,

welcher die den einzelnen Cigarren entsprechenden Quantitäten abschneidet: die abzutrennende Partie wird schon vor Ausführung des Schnitts von einem eigenthümlichen Zangenapparat gefaßt und durch denselben nach beendetem Schnitt in ein kleines sargförmiges Blechkästchen abgelegt; die gefüllten Kästchen werden durch schrittweise Schiebung des sie tragenden Tisches vom Schneideapparat entfernt, später von einem Arbeiter abgenommen und den Wickelmaschinen übergeben. Der Weg, um welchen der Tabak nach jedem Schnitt vorgeschoben wird, kann nach Belieben verändert, sonach bei jedem Schnitt eine größere oder kleinere Menge abgetrennt werden, wie es die Größe der Cigarre erfordert. Die Maschine macht in der Minute 45 Schnitte, kann also stündlich 2700 Stück Einlagen liefern.

Um die so abgemessenen Tabackportionen vorläufig zusammenzuhalten und zu cigarrenähnlich gestalteten „Wickeln" zusammenzuschließen, wird ein streifenförmig zugeschnittenes Tabackblatt (Umblatt) herumgewickelt, wozu man eine der in Fig. 12 und 15 dargestellten Wickelmaschinen verwendet. Die Wirkungsweise derselben beruht auf der Anwendung eines an beiden Enden befestigten Tuchs (Wickeltuch), auf welches das Umblatt aufgelegt wird; vor letzterm wird in eine schleifenförmige Ausbeutelung dieses Tuchs die Einlage eingeschüttet und sodann mittels bogenförmiger (Fig. 12) oder geradliniger (Fig. 15) Verschiebung zweier kleiner Rollen so über dem Tuch hingerollt, daß sie sich gänzlich in das Umblatt einhüllt und sonach eine kreiscylindrische Gestalt annimmt.

Neuerdings hat man die beschriebenen zwei Maschinen mit Vortheil zu einer einzigen verschmolzen (Wickelerzeugungsmaschine), welche sonach in einem Zuführungskanal den für die Einlagen bestimmten Tabak empfängt und die mit Umblatt versehenen Wickel abliefert, sämmtliche erforderlichen Bewegungen selbstthätig vollführend (Dillmann, Friedrich, Donath und Jasper u. s. w.).

Damit nun die Wickel eine schönere, nach den Enden hin verjüngte Gestalt annehmen, werden sie in zweitheilige hölzerne Formen (Fig. 3—5) eingelegt, deren man eine größere Anzahl übereinanderschichtet, um sie in einer Schraubenpresse (Fig. 6 und 7) fest zusammenzudrücken und in diesem Zustand einer etwas erhöhten Temperatur auszusetzen; die Formen werden nach einigen Tagen unter Gebrauch besonderer Zangen (Fig. 5) wieder geöffnet, worauf die façonnirten Wickel herausgenommen und nun mit dem Deckblatt versehen und gänzlich vollendet werden.

Man schneidet mittels eines Schneidrädchens (Fig. 1) oder eines Messers (Fig. 8) aus besonders fehlerfreien (unverletzten) Tabackblättern Streifen von 50 bis 60 Millimeter Breite und wickelt diese auf dem Rollbret (Fig. 9) in Schraubengangform um die Cigarre, indem man das Mundstück mit etwas braungefärbtem Kleister festigt und sorgfältig ausbildet, das entgegengesetzte Ende aber unter Benutzung eines am Rollbret angebrachten Maßstabes (Fig. 9) und des Messers (Fig. 8), oder unter Anwendung einer eigenen kleinen Abschneidemaschine, deren Einrichtung aus Fig. 10 ohne weitere Erklärung zu verstehen ist, abschneidet. In Fig. 2 ist eine mit Auflegung des Deckblattes beschäftigte Arbeiterin abgebildet.

Die fertigen Cigarren werden endlich in dem Bündelstock (Fig. 11), zu 25 oder 50 Stück abgezählt und mit Bast oder Seidenband in der allbekannten Art umwickelt, endlich in Kistchen zu 100, 500 oder 1000 Stück verpackt.

Uhren (Räderuhren).

(Tafel 17.)

Auf vorliegender Tafel soll die [illegible] der zu genauer Messung der Zeit [illegible] Räderuhren veranschaulicht werden. [illegible] unter den maschinellen Hülfsmitteln [illegible] Technik durch den Umstand gerechtfertigt, [illegible] Räderuhr als eine mit eigenem Rad (Federmotor) ausgerüstete Maschine [illegible] einer gleichförmigen Bewegung (Ab[illegible]rung, der Zeiger auf einem Zifferblatt [illegible] den kann. Jede Räderuhr setzt sich [illegible] wesentlichen Theilen zusammen: 1) [illegible] welchem die Entwickelung eines [illegible] quantums übertragen ist; 2) ein Rä[illegible]ches sich jenes Arbeitsquantum [illegible] sodaß es durch das Triebwerk in [illegible] erhalten wird; 3) eine Vorrichtung [illegible] dieser Umdrehung, dergestalt, daß [illegible] portional verläuft, und endlich 4) [illegible] welche gestattet, in jedem Augenblick [illegible] den Stand des Räderwerks und [illegible] Zeit zu beobachten.

1) Das Triebwerk. Je nachdem [illegible] kraft oder die Kraft elastischer Feder [illegible] des erforderlichen Arbeitsquantums [illegible] man als die zwei Hauptarten von Uhren [illegible] uhren und Federuhren. Bei jenen [illegible] kraft der Erde auf ein an einem [illegible] Kette aufgehängtes Gewicht und [illegible] selbe herabzieht, eine Welle um, [illegible] aufgewickelt ist; bei letzterm wirkt [illegible] elastische Feder durch ihr Bestreben [illegible] liche Gestalt anzunehmen, auf [illegible] versetzt dieselbe in Drehung. Uhren [illegible] können nur in feststehender ruhiger [illegible] den; Uhren der letztern Art verrichten [illegible] zeitig auch die Regulirung mittels [illegible] Feder ausgeführt wird, beliebig [illegible] Beide Arten von Uhren können nur [illegible] in Thätigkeit verbleiben, als die in [illegible] Kraft nicht erschöpft ist. Bei Gewichtsuhren ein zeitweiliges Aufwinden des Gewichts, [illegible] uhren ein Aufwinden der Feder [illegible] der Uhr.

Fig. 1 zeigt die einfache Anordnung einer Gewichtsuhr; A ist die Trommel, [illegible] Umfang das Seil P befestigt ist; [illegible] vierkantigen eisernen Welle, auf [illegible] ragendes Ende der Schlüssel zum Aufziehen wird; die Verbindung der Seiltrommel [illegible] Rad B des Räderwerks geschieht [illegible] und den Sperrkegel k; ersteres mittelst [illegible] terer mit dem Rad verbunden, [illegible] keit erhellt, die Trommel allein [illegible] ohne das Räderwerk zu bewegen.

In Fig. 3 ist das Triebwerk [illegible] zwei verschiedenen Stellungen dargestellt, [illegible] aus einem dünnen, zu einer Spirale [illegible] denen Stahlstreifen, welcher am [illegible] Stift a der Achse anhängt, am [illegible] b mit dem Federhaus verbunden [illegible] kreiscylindrische, lose auf die Achse [illegible] etwas höher als der Breite der [illegible] so weit, daß die Feder im vollständigen Zustande nicht hineingeht, jedoch [illegible] zusammengewunden zu werden [illegible] gebracht zu werden; der obere Stift im ausgedehnten, der untere im [illegible]

e. Hält man die Achse fest und dreht das Feder-
in der Richtung des obern Pfeils um, so windet
ie Feder um die Achse und nimmt schließlich die
lt der untern Figur an; in dieser Lage übt sie
Druck aus in der Richtung des untern Pfeils;
man die Achse und läßt das Federhaus frei, so
sich die Feder wieder aus und treibt das Feder-
um. Man hat zwei Mittel, die so erzeugte
ung auf das Räderwerk der Uhr zu übertragen;
der wickelt man auf den cylindrischen Mantel des
s eine Kette auf, deren anderes Ende mit einer
en Welle verbunden ist, oder man gibt der Peri-
e des Federhauses Zähne und läßt dieselben direct
n zweites Zahnrad eingreifen. Fig. 4 stellt die
Anordnung perspectivisch, Fig. 5 im Aufriß dar;
sterm bezeichnet l das Federhaus mit der darum-
kelten feingliederigen Kette, a a′ die Achse desselben,
Zapfen in zwei parallele Platten A und B ein-
lt sind. Diese Platten stützen noch eine andere
b b′, auf welcher die sogenannte Schnecke festsitzt.
lbe besteht aus einem abgestumpften, mit einem
ubengang versehenen Kegel, an dessen größtem
messer das Ende der Kette befestigt ist; bei b′
die Achse der Schnecke in Form eines kurzen vier-
gen Stiftes, auf welchen der Schlüssel paßt, über
platte B hervor; dreht man den Schlüssel um, so
t sich die Kette von dem Federhaus ab und auf
Hänge der Schnecke; die Feder wird also aufge-
und angespannt. Denkt man sich die Feder
aufgezogen, so ist von der Kette nichts oder nur
wenig von der obersten Windung auf dem Feder-
e, wogegen die spiraligen Gänge der Schnecke mit
Kette umgeben sind; die Feder wirkt also in die-
ganz aufgezogenen Zustande zuerst auf die oberste
alwindung, welche, wie man sieht, den kleinsten
messer hat; läuft die Feder ab, so wirkt sie durch
kette allmählich auf immer größere Halbmesser der
ecke s; diese besondere Einrichtung ist darin be-
et, daß die Feder im Anfang ihrer Wirkung,
in ganz aufgezogenem Zustande, die stärkste Zug-
entwickelt; man wünscht aber eine möglichst un-
derliche Kraft während der ganzen Aufwickelung
Feder, deshalb läßt man die Feder in dem Zu-
e ihrer stärksten Anspannung auf den kleinsten
lumfang oder den kleinsten Kegelhalbmesser wir-
in dem Maße, wie die Kraft der Feder abnimmt,
t der getriebene Kegelhalbmesser, womit die Un-
derlichkeit des Kraftmomentes begreiflich erscheint.
Fig. 4 ist das Federhaus mit A, die Kette mit
Schnecke mit C und das mit dieser verbundene,
lebertragung der erzeugten Rotation bestimmte
rad mit D bezeichnet.

. 6 zeigt die obere Fläche eines Federhauses, bei
em man mit Vermeidung der Kette die Kraft
Feder direct durch ein Zahnrad überträgt; zugleich
r das sogenannte Gesperre dargestellt; dasselbe
t aus einem auf der Achse des Federhauses sitzen-
Sperrrad r, in dessen Zähne ein Sperrkegel ein-
; letzterer ist durch seine Achse mit dem Deckel
Federhauses verbunden und wird durch die Bogen-
f mit der Spitze gegen die Zähne des Rades r ange-
; man kann daher das letztere und somit auch
Achse des Federhauses nur in der Richtung des
s herumdrehen; der Sperrkegel gleitet dabei von
Zahn des Sperrrades auf den andern, und
man mit der Drehung aufhört, so legt er sich
gendeinen Einschnitt und verhindert die Rück-
ung des Rades. Beim Aufziehen der Uhr dreht
ie Achse natürlich infolge des Drucks der Feder
ärts, und dieser Bewegung folgt das Federhaus,
welches somit durch seine Zähne die Kraft auf die übrigen Räder überträgt.

Außer dem Gesperre, welches das Zurückdrehen der Feder bewirkt, hat jede Uhr noch eine andere Vorrichtung, durch welche man verhindert, daß die Feder übermäßig aufgezogen wird; man nennt dieselbe die Stellung (Fig. 7). Auf dem Deckel des Federhauses ist nämlich noch ein kleineres Rad u angebracht, welches etwa zur Hälfte seines Umfangs verzahnt ist. Die Achse, an der man aufzieht, trägt außerdem ein Rad mit einem einzigen Zahn s, der sich mit dreht; dieser Stift dreht bei jedem Umgang das Rad u um einen Zahn; kommt so nach einigen Umdrehungen der unverzahnte Theil des Rades u dem Zahn s gegenüber, so stemmt sich letzterer gegen diesen unverzahnten Rand und eine weitere Umdrehung ist unmöglich. Beim Ablaufen der Uhr macht der Stift s und infolge dessen auch das Rad u den entgegengesetzten Weg und muß nach einer gewissen Zahl von Umdrehungen dann auch von selbst wieder stehen bleiben.

2) Das Räderwerk. Als Beispiel der Anordnung des Räderwerks und der Verbindung desselben mit dem Triebwerk und der unter 3) zu betrachtenden Hemmung enthält unsere Tafel in Fig. 1 den verticalen Durchschnitt einer Gewichtsuhr in ihrer einfachsten Einrichtung. Die Verbindung der Seiltrommel A mit dem Bodenrad B wurde bereits oben beschrieben; letzteres hat 100 Zähne und greift in das Getriebe C des Rades D, welches 80 Zähne hat und das Minutenrad heißt; das dritte durch sein Getriebe E mit dem Minutenrad in Verbindung stehende Rad F (das Mittelrad) hat 60 Zähne; in dieses endlich greift das Getriebe G des mit 30 Zähnen versehenen Rades H ein, welches Hemmrad oder Steigrad genannt wird; die Zähnezahlen der Getriebe C, E und G sind 8, 8 und 10. Das Minutenrad D muß sich in der Stunde einmal umdrehen, daher das Steigrad H $\frac{80}{8} \times \frac{60}{10} =$ 60 mal; daß solches nun wirklich geschieht, dafür hat die Regulirungsvorrichtung zu sorgen, von der man in der Figur bei K einen Theil erblickt; dieser Theil hat nämlich die Aufgabe, die schrägstehenden Zähne des Steigrads nur einzeln vorwärts schreiten zu lassen; er ist zu diesem Zwecke mit dem Regulator (im vorliegenden Falle einem Pendel) verbunden; bei jedem vollen Spiel des Pendels schlüpft ein Zahn von H unter den Spitzen von K hindurch; es sind demnach 30 Spiele (60 einfache Schwingungen) nöthig, damit das Rad H sich einmal umdrehe; soll diese Umdrehung nun genau in einer Minute erfolgen, so muß das Pendel Secunden schlagen.

3) Regulirungsvorrichtungen oder Hemmungen. Dieselben haben den Zweck, die durch die Triebkraft veranlaßte Bewegung des Räderwerks in Uebereinstimmung mit der herkömmlichen Eintheilung des Tags in Stunden, Minuten und Secunden zu setzen. Wie die Triebkraft stets am ersten Rade wirkt, so greift die Regulirungsvorrichtung in das letzte oder Steigrad ein. Zu dieser Regulirung gehört ebenfalls eine Kraft, welche aber ihrer Intensität nach der Triebkraft nachstehen kann, da sie direct nur die Bewegung des letzten, sich mit der geringsten Kraft drehenden Rades H zu hemmen braucht. Auch hierzu dient wieder entweder die Schwere oder die Elasticität einer Feder. Die Schwere findet Anwendung durch das Pendel, die Federkraft durch die Unruhe. Da die Schwingungsdauer eines Pendels (bei geringer Schwingungsweite) allein von der Pendellänge abhängt, und da für die vorliegende Verwendung eine

unveränderliche Schwingungsdauer vor allen Dingen nothwendig ist, so müssen bei einer Uhr, deren Gang sich nicht ändern soll, Vorkehrungen getroffen sein, welche eine Verlängerung oder Verkürzung des Pendels unmöglich machen; solche Aenderungen treten bei jedem Pendel ein, wenn die Temperatur der umgebenden Luft sich ändert; in der Wärme dehnt sich das Pendel aus (die Uhr geht langsamer), in der Kälte verkürzt es sich (die Uhr geht schneller); damit diese Aenderungen bei wechselnder Temperatur nicht eintreten, muß das Pendel als Compensationspendel (Fig. 2) ausgeführt sein. Die Construction desselben beruht auf der verschieden starken Ausdehnung verschiedener Metalle bei gleicher Temperaturänderung; es besteht nämlich aus fünf Eisenstäben und vier Messingstäben; jene sind in der Figur dunkler dargestellt als diese. Zwei von den Eisenstäben sind oben und unten an einem Querstück befestigt; an dem untern Querstück sitzen die zwei äußersten Messingstäbe, welche oben ein zweites Querstück tragen; daran befinden sich abermals zwei Eisenstäbe, welche unten verbunden sind und gleichzeitig ein paar Messingstäbe tragen; diese endlich sind oben wiederum mit einem dritten noch schmälern Querstück verbunden, welches schließlich eine Eisenstange trägt, an der die Linse des Pendels hängt; wenn dieses Pendel nun eine Temperaturerhöhung erfährt, so dehnen sich alle Messingstäbe aus. Durch die Ausdehnung der beiden äußersten Eisenstäbe wird der erste Querstab gesenkt und zieht die beiden äußersten Messingstäbe ebenfalls mit herab; durch die Ausdehnung dieser aber wird der zweite Querstab oben wieder gehoben, und da das Messing sich stärker ausdehnt als das Eisen, so wird er mehr gehoben als er vorher gesenkt war. Die Ausdehnung der zweitinnern Eisenstäbe bewirkt eine Senkung des zweituntersten Querstabes und damit auch der daran befestigten Messingstäbe; diese aber veranlassen durch ihre Ausdehnung eine Hebung des drittobersten Querstücks, und diese Hebung ist wiederum größer als die vorangegangene Senkung; endlich findet noch eine schließliche Senkung des mittlesten Eisenstabes und damit der Linse statt. Man sieht hiernach, daß die Ausdehnung der Eisenstäbe eine Senkung, die der Messingstäbe eine Hebung der Linse bewirkt. Wenn nun die Hebung gerade so groß ist, daß dadurch die Senkung aufgehoben wird, so muß offenbar trotz der Temperaturänderung die Linse an ihrer Stelle bleiben; durch genaue Versuche hat man die Länge der Stäbe derart zu bestimmen vermocht, daß dieses Ziel in der That erreicht wird. Bringt man ein solches Compensationspendel so an einer Uhr an, daß der gabelförmige Haken K (Fig. 1) unveränderlich mit ihm verbunden ist und gleichzeitig mit ihm schwingt, so ist nunmehr das Durchschlüpfen der Zähne des Steigrades H an genau abgemessene unveränderliche Zeiträume gebunden und danach wird sich dann auch der Gang der Uhr richten.

Benutzt man, wie dies bei tragbaren Uhren der Fall sein muß, statt des Pendels eine Stahlfeder (Unruhe), so gibt man derselben eine Form wie Fig. 11. In einer leicht drehbaren Welle o ist das eine innere Ende einer spiralig gewundenen sehr dünnen Stahlfeder befestigt, deren äußeres freies Ende bei f festgeklemmt ist. Auf der Welle o sitzt, mittels dreier Arme befestigt, das kleine Schwungrad s, welches an den Drehungen dieser Welle theilnimmt; denkt man sich dieselbe nun durch irgendeine Kraft so angestoßen, daß die Spiralfeder (Unruhe) entweder etwas auf- oder zugewunden, mit einem Wort aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht wird, so übt nach dem Aufhören jener Einwirkung die Elasticität der Feder einen Druck auf die Achse aus, welcher sie nebst der ein der entgegengesetzten Richtung treibt. Ist position angekommen, hört die Richtung das Schwungrad aber setzt infolge einmal eingeleitete Bewegung über aus in derselben Richtung noch je die Unruhe, welche dadurch wieder gewichtslage gebracht ist, gestattet ruhe wächst allmählich mit der Ge um welchen sie auf- oder zugedreht wird daher bald eine Lage dieser bei welcher die im Schwungrädchen dige Kraft durch den Elasticitätswerth aufgezehrt ist; dann wirkt wieder bend, das Schwungrad kehrt in die und geht sodann über dieselbe hinaus gegengesetzten Seite, bis abermals Diese schwingende Bewegung logie mit der Pendelbewegung hat, dauern, wenn nicht der Widerstand Reibung, welche die Achse o in ihren leidet, die ganze Vorrichtung allmählich stand bringen würde. Die Kraft, feder einer Auf- oder Zuwickelung bei ungeänderter Breite und Dicke Länge ab; verkürzt man die Feder, stärkern, verlängert man sie, einen stand aus; im ersten Falle wird sie schneller, im zweiten langsamer übrigen in Frage kommenden Einflüssen ben. Man hat also bei der Unruhe ein Mittel, die Schwingungsdauer größern oder zu verkleinern, durch längerung oder Verkürzung der Feder 11 ist eine hierzu geeignete, Art gestellt. Ein theilweise verzahntes im Eingriff mit dem auf der gefürchteten zahnten Ringstück a, welches mit sehen ist; letzterer reicht bis unter der Spiralfeder fe und ist mit teten Stiftchen versehen, welche der Spiralfeder zwischen sich haben. Rad r, so verschiebt man dadurch folglich auch den Ansatz c; der der Feder, welche bei dem Spiel tracht kommt, nur von c bis o man sagen: die wirksame Länge kürzt (also der Gang der Unruhe man den mit r verbundenen Zeiger umgekehrt wird die wirksame Feder (also das Spiel dieses Apparates man denselben Zeiger in der Richtung die beiden Buchstaben A (Avance) finden sich auf einer über r aufgerichteten gravirt. Bei neuern Uhren hat apparat gewöhnlich die in Fig. richtung; r ist das Schwungrädchen, welche mit ihrem Ende c bei innere Ende der Spirale ist Schwungradwelle verbunden; dieses untern Ende drehbar gelagert; findet sich in der Winkelplatte k; sich zwischen zwei Schräubchen welche zwei Fortsätze, einen und einen kürzern breitern g trägt, sich über einer Kreistheilung A B sich nach unten gerichtet zwei chen wieder die äußerste Windung klemmt ist; dreht man daher so wird die Spirale verkürzt, die

dagegen f nach R, so wird die Spirale die Uhr geht nach.

Verbindung Feder und Schwungrad gibt erer Tafel noch eine perspectivische Dar-

ne einmal regulirte Uhr unverändert den- behalte, müssen noch weitere Vorkehrungen erden, welche die von Temperaturschwan- nlaßten Dimensionsveränderungen der Feder Schwungrades unschädlich machen. Das letz- an hierzu nicht aus einem Stück, sondern trennten halbkreisförmigen Bügeln a b und) her; jeder dieser Bügel ist nur einseitig an den Enden eines mit der Unruhwelle Armes c c′ befestigt; diese Bügel sind s einem Stahl- und einem Messingstreifen mengelötbet, daß jener die innere, dieser eripherie bildet; da nun der Ausdehnungs- s Stahls kleiner ist als derjenige des verlängert sich bei eintretender Temperatur- Messingstreifen mehr als der Stahlstreifen, krümmung des ganzen Streifens nach ein- faßt. Es sind nun verschiedene Schräubchen Köpfen in diese Streifen eingeschraubt (i i), Hauptmasse des Rades mehr in den äußern legt wird. Dadurch wird eine geringe ung der Streifen von stärkerm Einfluß und e kräftige Compensation zu Stande. Umge- wenn durch Temperaturerniedrigung das sich zusammenzieht, die Metallstreifen sich immen, wodurch die Schraubenköpfe i i Mitte entfernt werden, also das Träg- des Rades, welches sich durch jene Zu- g verringerte, wieder erhöht wird. Je nun diesen Schräubchen verschiedene uf dem Umfange des Rades gibt, kann sgleichung genau reguliren. Derartige Sunruhen wendet man in neuerer Zeit hnlichen gut gearbeiteten Taschenuhren an. Unruhe bilden nur einen Theil der- chtung, welche am Ende des Räderwerks n muß, um das regelmäßige Ablaufen ewirken. Zwischen ihnen und dem Steig- ch eine vermittelnde Einrichtung ange- elche direct in letzteres eingreift und die sselben regelt. Einrichtungen dieser Art eciellen Hemmungen genannt. Sie überein, daß sie durch das Pendel oder uhe in schwingende Bewegung versetzt gegen die Umdrehung des Steigrades ankämpfen, indem sie nur Zahn für durchschlüpfen lassen. Es findet also ein fortwährender Angriff der Hemmung rad und umgekehrt des Steigrades auf statt; letzteres ist nothwendig, damit ung und Luftwiderstand verloren gehende n dem Regulator (Pendel, Unruhe) ersetzt wird. Die Fig. 12—16 stellen ten vorkommenden Hemmungen dar.

t die sogenannte Spindelhemmung. s Steigrades A B stehen normal zur und haben die Form gewöhnlicher uf der Welle w sitzt das Getriebe t, n Räderwerk im Eingriff steht; dasselbe einen steten Antrieb, und zwar in der Pfeils. Normal zur Welle w liegt eine b, welche mit der Spirale s in Verbin- durch dieselbe getrieben wird. Diese unter 90 Grad gegeneinander gestellte ; die in der Figur angegebene Stellung ist die Ruhelage. Der Zahn α stößt infolge des Antriebs von A B auf den Flügel l, sucht ihn zu heben und dadurch die Welle ab umzudrehen. Wenn es ihm gelingt, den Flügel l hoch genug zu heben, so schlüpft er unter demselben hinweg; während dessen aber hat sich der andere Flügel l′ gesenkt, stellt sich dem Zahne β entgegen und hindert diesen in seiner fortschreitenden Bewegung; dadurch wird natürlich das ganze Steigrad gehemmt. Nachdem der Zahn α aber unterhalb des Flügels l′ hinweggegangen ist, ist letzterer wieder frei und kann der von der Unruhe ausgehenden rückwirkenden Bewegung folgen, wodurch sich die ganze Welle in der entgegengesetzten Richtung dreht; dadurch wird auch der Flügel l′ wieder gehoben und läßt den Zahn β hindurch; mittlerweile kommt aber der Zahn δ dem Flügel l entgegen und wird von diesem gehemmt; er kann nicht eher vorbei, bevor nicht die Unruhe eine rückläufige Bewegung macht; dies geschieht, sobald die Ruhelage, die sie nach jeder Schwingung erreicht, vorüber ist. Der Zahn δ wird infolge der abermals aufsteigenden Bewegung von l′ frei und schlüpft hindurch; es wird aber jetzt der Zahn ε gehemmt; so geht also während jeder ganzen Schwingung der Unruhe ein Zahn auf jeder Seite durch; das Steigrad dreht sich also um den der Theilung desselben entsprechenden Betrag. Die Zähne ertheilen den Flügeln bei jeder Schwingung der Unruhe einen Stoß, beschleunigen also diese Schwingung, sodaß nach jedem Stoß der betreffende Flügel sich ein wenig höher heben muß als vorher; wenn er also im Anfang der Bewegung sich gerade nur so weit hob, daß der betreffende Zahn eben durch konnte, wird er bei einer folgenden Schwingung der Unruhe sich noch weiter heben, nachdem der Zahn schon durchgeschlüpft ist. Dies aber hat seine Grenze, denn es wird gleichzeitig der andere Flügel dadurch dem ihm entgegenkommenden Zahn mit größerer Kraft entgegengeschoben als vorher; bald tritt ein Augenblick ein, in welchem Wirkung und Gegenwirkung sich ausgleichen, d. h. die Beschleunigung der Unruhe durch das Triebwerk und umgekehrt die Zurückwerfung des Triebwerks durch die Unruhe erreicht ein gewisses Maximum, welches von der relativen Stärke der beiden Federn (Triebfeder und Unruhe) bahängt.

In Fig. 12 ist die vollkommenere Graham'sche Ankerhemmung dargestellt. Die Steigradzähne, in der Ebene des Rades liegend, sind spitz, auf der vorangehenden Seite gerade, aber etwas gegen die Richtung des Steigradhalbmessers geneigt und auf der Rückseite ein wenig ausgebogen; der Anker x dreht sich um D, welche Achse gleichzeitig auch die Drehungsachse des Pendels ist; das Stück m x n hat die Form eines Kreisbogens; 1 und 2 sind die Paletten; die Endflächen derselben sind Hebungsflächen; die andern beiden Flächen m c und o d, sowie b n und a r sind Theile zweier concentrischen Cylindermantelflächen, deren gemeinschaftliche Achse in D liegt. Es sind demnach alle Punkte der Flächen m c und b n gleichweit von dem Punkte D entfernt; dasselbe gilt auch von den Flächen o d und a r; das Steigrad dreht sich in der Richtung des Pfeils. Das Spiel dieser Hemmung ist folgendes: Wird in der durch die Figur dargestellten Lage das Pendel ein wenig nach links bewegt, so gleitet die Spitze des Zahnes α auf der Hebungsfläche c d nach rechts und ertheilt dem Anker und somit auch dem Pendel eine Beschleunigung. Ist die Schwingungsweite groß genug, so erreicht die Spitze des Zahnes α die Spitze d der Palette 1 und passirt dieselbe; gleichzeitig hat sich die Palette 2 zwischen die Zähne γ und δ eingesenkt und in dem Augenblicke, in welchem α gerade über d hin-

weggeht, legt sich die Spitze von γ an die Fläche a r, und zwar ganz dicht bei a an, wodurch das Steigrad gehemmt wird; das Pendel kehrt nun zurück, die Spitze von γ tritt auf die Hebungsfläche a b der Palette 2 und beschleunigt den Anker; sie gleitet bis b und passirt die Palette. In diesem Augenblicke aber legt sich der Zahn ε mit seiner vordern Kante an die Fläche m c ganz nahe bei c an, wodurch das Steigrad abermals gehemmt wird; es erfolgt ein neuer Ausschlag; der Zahn ε streicht auf der Hebungsfläche c d hin, passirt d und der Zahn η legt sich an die Fläche a r. Wenn der Ausschlagwinkel des Pendels immer gerade nur so groß bleibt wie der Drehungswinkel des Steigrades während der Hebung, so würde die Spitze eines jeden Zahns, welcher sich an die Flächen m c, a r anlegt, immer nur ganz dicht bei c resp. a anschlagen; da aber das Steigrad dem Pendel bei jeder Elongation eine Beschleunigung ertheilt, so nehmen die Schwingungswinkel allmählich zu, d. h. das Pendel und somit der Anker schwingen noch, nachdem z. B. der Zahn α den Punkt d der Hebungsfläche passirt hat, also frei geworden ist. In diesem Augenblicke hat sich aber der Zahn γ bereits an die Fläche a r angelegt, und da nun das Pendel noch weiter nach links schwingt, so gleitet die Palette 2 noch tiefer in der Zwischenraum zwischen γ und δ hinein. Es ist aber bereits erwähnt, daß alle Punkte der Fläche a r gleichweit von der Drehungsachse D entfernt sind; daher kann der Anker, während er in den Zwischenraum γ δ hineinrückt, keine Wirkung auf das Steigrad ausüben; es ist gerade so, als ob der Zahn γ einfach nur mit der Palette 2 in Berührung bliebe. Die Wechselwirkung zwischen Steigrad und Pendel besteht also bei dieser Hemmung nur darin, daß letzteres im Anfang einer jeden Schwingung die nöthige Beschleunigung erhält, ohne durch eine Gegenwirkung des Steigrades in seinem Ausschwingen gehindert zu sein.

Fig. 14 ist die perspectivische Darstellung der gleichfalls von Graham erfundenen Cylinderhemmung. Das Steigrad A hat eine bogenförmig ausgeschnittene Peripherie und trägt senkrecht zu seiner Ebene an den Spitzen der Bogen kleine Stäbchen, welche an ihren Endpunkten mit eigenthümlich geformten keilförmigen Zähnen, die sämmtlich in einer der Radebene parallelen Ebene liegen, versehen sind; B ist der sogenannte Cylinder, welcher um die mit der Steigradachse parallele Achse d d leicht drehbar ist. Der obere und untere Theil des Cylinders ist massiv, der mittlere aber hohl und an der einen Seite ziemlich halb aufgeschnitten (a b); die Schnittfläche bei a ist gerade und etwas gegen die Richtung des Halbmessers geneigt; die Schnittfläche bei b dagegen ist gerundet; a und b sind die Hebungsflächen oder Lippen. Infolge seiner Aufstellung gestattet der Cylinder den Eintritt der Steigradzähne in sein Inneres. Auf der Achse des Cylinders ist senkrecht zu derselben die Unruhe aufgesetzt, sodaß also der Cylinder infolge der Unruhschwingungen oscillirt. Wie daher die schrägen Flächen der Zähne α, β, γ u. s. w. abwechselnd an a und b drehend auf den Cylinder wirken (den Arbeitsverlust durch Reibung und Luftwiderstand ersetzend) und die Cylinderwandungen die Steigradzähne zeitweilig aufhalten, ist nach Analogie der vorher beschriebenen Hemmung und bei Betrachtung der Figur leicht zu erschließen.

Von noch größerer Vollkommenheit sind die sogenannten freien Ankerhemmungen, Fig. 15 und 16. Bei diesen vollführt der Regulator, nachdem er durch das Steigrad seine Beschleunigung erhalten hat, den übrigen Theil seiner Schwingung ganz frei, ohne mit dem Steigrade weiter in Berührung zu bleiben, daher auch ohne von den immerhin vorauszusetzenden [illegible]rungen in der Intensität der treibenden Kraft [illegible]flußt zu werden.

Bei der freien Ankerhemmung von Jürgensen (Fig. 15) hat der Anker A einige Aehnlichkeit [illegible] dem bei der Graham'schen ruhenden Hemmung [illegible]bräuchlichen. Er dreht sich um die Achse x, seine [illegible] Paletten bilden wie dort zwei Stücke eines [illegible]mantels, dessen Achse mit dem Drehungspunkte x [illegible] Ankers zusammenfällt; a b und d sind die Hebungsflächen; an der Palette 1 ist ein bei i k l [illegible] Stück t angebracht; Palette 2 trägt ein anderes [illegible] Aequilibrirung von t bestimmtes Stück, welches [illegible] Schwerpunkt des Ankers x fallen läßt. Ein auf [illegible] Achse der Unruhe sitzendes Rad trägt einen [illegible] Zahn s von solcher Form und Stellung, daß er [illegible] in den Einschnitt i k l hineinlegt, wenn Anker [illegible] Unruhe ihre Mittellage eingenommen haben. [illegible] Steigrad C hat starke, gegen die Richtung des [illegible]messers geneigte Zähne, deren vordere Fläche [illegible] die hintere dagegen etwas ausgebogen ist. Die [illegible] sind nicht spitz, sondern breit mit geraden [illegible] In der Ruhelage legt sich ein Zahn, z. B. α mit [illegible] Spitze, gerade an das Ende der Hebungsfläche [illegible] indem er an derselben hingleitet, hebt er die [illegible] 2, während 1 sich in den Zahneinschnitt γ und [illegible] dadurch wirkt aber die Gabel t auf den Zahn [illegible] dem die Seite i des Einschnittes den Zahn [illegible] drängt; dies geschieht so lange, bis der Zahn [illegible] Ende der Hebungsfläche d erreicht hat; die [illegible] ist hierdurch angespannt und sucht zurückzukehren [illegible] kann dies, sobald die Palette 2 frei geworden [illegible] Kurz vorher, eben als der Zahn α die [illegible] passirte, hat sich der Zahn γ mit seiner Spitze [illegible] Fläche a r dicht bei a angelegt, wodurch das [illegible] einen Augenblick gehemmt ist. Wenn jetzt die [illegible] wieder zurückschwingt, so greift der Zahn s [illegible] Einschnitt i k l und drückt auf die Fläche i. [illegible] kommt der Zahn γ auf die Hebungsfläche a b, [illegible] Steigrad drückt die Palette 1 in der Richtung [illegible] aufwärts, beschleunigt den Anker und ertheilt der [illegible]bel t einen Impuls, damit sie dem Zahn s [illegible] und mit ihrer Fläche l ihn in der Schwingungsrichtung der Unruhe vorwärts treibe. Dies [illegible] so lange, bis der Zahn γ den Punkt b erreicht [illegible] nun ist der Zahn s aus dem Einschnitt i k l [illegible] herausgetreten, die Unruhe ist also frei geworden; [illegible] hat sich aber in demselben Augenblicke der Zahn [illegible] auch schon an die Außenfläche der Palette 2 angelegt, wodurch das Steigrad wieder einen Augenblick [illegible]hemmt wird. Es findet nicht eher eine Auslösung dieses Zahns statt, bis nicht die Unruhe wieder [illegible]schwingt und der Zahn s auf die Fläche l des [illegible]schnittes i k l drückt, wodurch erst der Zahn ε [illegible] auf die Hebungsfläche d gelangt. In dieser [illegible] geht das Spiel weiter. Infolge der Beschleunigung wird aber die Unruhe einen allmählich größern [illegible]schlagswinkel erhalten, sodaß derselbe gar bald [illegible] Hebungswinkel des Ankers übertrifft. Ein Blick [illegible] die Fig. 15 zeigt, daß die Unruhe in ihrer Schwingung völlig frei ist. Denn sobald der Anker vermittels [illegible]ner Gabel auf den Zahn s so weit treibend ge[illegible] hat, daß letzterer aus dem Einschnitte i k l heraus[illegible] so steht die Unruhe mit der Gabel und folglich [illegible] mit dem Anker in keiner weitern Verbindung [illegible] vollendet ihre Schwingung, soweit es ihre Elasticität gestattet. Dann kehrt sie frei wieder um und [illegible] wenn der Zahn s wieder an dem Einschnitt i k l [illegible]kommen ist, welchen er in derselben Stellung [illegible] in der er ihn verlassen, wieder mit der Gabel, [illegible]

auch mit dem Anker, überhaupt mit dem Triebwerke der Uhr in Berührung. Aber diese zweite Berührung dauert auch wiederum nicht länger als die Zahn s aus dem Einschnitt i k l nach der andern Seite ausgetreten ist, d. h. nicht länger als die Hebung des Ankers durch das Steigrad gedauert hat. Der Anker macht demnach verhältnißmäßig viel kleinere Schwingungen als die Unruhe γ. Damit die Größe der Schwingungen immer dieselbe bleibe, sind beiden Seiten des Stückes u zwei Anschlagstifte v und w angebracht. Man wendet diese Hemmung in älterer Zeit mit Vorliebe bei guten Taschenuhren an, aber dann kurz mit den Namen Ankeruhren bezeichnet werden.

Zu den freien Hemmungen gehört ferner noch die Feder- oder Chronometerhemmung von Earnshaw (Fig. 16). Die Steigradzähne stehen hier in größern Zwischenräumen, sind sehr spitz, an ihrer vordern Seite gerade, stark gegen die Richtung des Halbmessers geneigt und an ihrer hintern Fläche kreisförmig ausgeschnitten. Die Hemmung wird hier durch eine Feder nn ausgeübt, welche mit dem einen Ende so befestigt ist, daß sie in der Ebene des Steigrades tangential zu dem Umfang desselben gerichtet ist und das Bestreben hat, sich dem letztern zu nähern. In diesem Bestreben wird sie durch die Schraube v gehindert, welche mit ihrer Spindel durch ein etwas größeres Loch in der Feder nn hindurchgeht. Befestigt ist diese Schraube in einem Stege T. Ist c, unmittelbar unter dem Schraubenkopfe v, bei der Feder nn einen Zahn, auf welchem die Spitze des Steigradzahnes aufliegt, solange die Feder in ihrer Ruhelage verharrt. Wird aber auf das obere Ende der Feder ein Druck nach links ausgeübt, durch welchen sie sich frei gegen den Steg T hinbiegt, so tritt der Zahn c den betreffenden Steigradzahn frei. Sobald jener Druck nachläßt, kehrt die Feder wieder in ihre Ruhelage zurück. Die hiernach zur Hemmung und Auslösung des Steigrades erforderliche Ausübung eines periodisch wirkenden Drucks erfolgt durch eine auf der Unruhwelle angebrachte Scheibe R S. Eine kleine Scheibe i k l sitzt concentrisch auf derselben; sie trägt einen Zahn k, welcher mit seiner Spitze gerade bis Ende von mm erfassen kann; mm ist ebenfalls gebernd, aber äußerst dünn und daher wenig Widerstand bietend. Sie ist an dem untern Ende von mm befestigt und legt sich mit ihrem obern freien Ende an das obere Ende von nn an. Ein Druck auf dieses obere Ende von m in der Richtung von rechts nach links wird somit die Feder nn gegen den Steg T anrücken, während ein in der entgegengesetzten Seite ausgeübter Druck nur die Feder mm faßt, dagegen auf nn keine Wirkung übt. Das Rad RS hat nun noch einen Ausschnitt ap, welcher auf der einen Seite kreisförmig (pq), auf der andern Seite eben ist (aq). Man sieht aus der Figur, daß der Zahn α, wenn sich das Steigrad S frei in der Richtung des Pfeils dreht, einen Stoß auf die Fläche aq ausüben, sonach das Rad RS selbst in der Richtung pa herumdrehen muß. Hiernach ist das Spiel dieser Hemmung leicht zu übersehen. Die Beschleunigung der Unruhe findet nicht wie bei den vorher beschriebenen Hemmungen bei der Hin- und Herschwingung, sondern allein bei der Hinschwingung durch Wirkung der Steigradzähne auf die Stoßfläche aq statt. Die Berührung der Theile geschieht, da sie nur momentan ist, fast ohne Reibung.

Fig. 17 zeigt die Einrichtung eines Chronometers für den Gebrauch der Schiffahrt. Das Werk enthält zwei Federhäuser; sie werden nacheinander aufgezogen, während das Werk immer fortgeht; die Bodenräder treiben ein und dasselbe zwischen ihnen liegende Getriebe, welches auf der Welle des großen Minutenrades sitzt; von diesem überträgt sich die Bewegung auf das Secundenrad und endlich auf das Hemmungs- oder Steigrad. Die Hemmung ist die zuletzt beschriebene freie; als Unruhfeder dient eine Schraubenfeder; das Schwungrad hat die in Fig. 9 dargestellte Compensationseinrichtung.

Als ein bewunderswerthes Erzeugniß der Uhrmacherkunst ist auf vorliegender Tafel noch die im straßburger Münster befindliche große Uhr in einer äußern Ansicht aufgenommen worden, 1838—40 zum Ersatz eines ähnlichen ältern Werks von Schwilgué erbaut. Dieselbe besteht aus drei thurmartig sich erhebenden Aufbauen, von denen der mittlere etwa 14 Meter hoch ist. Der rechts befindliche Aufbau ist rund und enthält eine Wendeltreppe, auf welcher man in die verschiedenen Stockwerke des mittlern Aufbaues gelangen kann. Vor dem Grundbau steht in der Mitte eine große Himmelskugel, welche in 110 Sternbildern die mit bloßem Auge sichtbaren Sterne enthält. Diese Kugel dreht sich gleichmäßig mit dem gestirnten Himmel. Hinter dieser Kugel ist am Grundbau eine große Kalenderscheibe, welche für jedes Jahr die beweglichen Feste anzeigt und sich so dreht, daß der danebenstehende Apollo mit einem Stäbchen stets auf den gegenwärtigen Tag hinweist. Eine kleinere Scheibe mit Ringen in der Mitte der neun Fuß im Durchmesser großen Kalenderscheibe markirt die Auf- und Untergänge der Sonne, Mondlauf und Mondphasen und die Eintritte der Sonnen- und Mondfinsternisse. Auf den beiden Seiten neben der Kalendertafel sind mechanische Vorrichtungen zur Angabe der Jahreszahl, des Sonnencyklus, der goldenen Zahl, der Römerzinszahl, des Sonntagsbuchstaben, der Epakten und des Osterfestes stets für das gegenwärtige Jahr. Noch im Unterbaue über der Kalendertafel auf einem Vorsprung erblickt man im Laufe der Woche sieben Wagen allmählich vorüberfahren: Sonntag Apollo mit den Sonnenrossen, Montag Diana mit einem Hirsche, Dienstag Mars mit Schlachtenrossen, Mittwoch Mercur mit Luchsen, Donnerstag Jupiter mit Donnerpfeil und Wolken, Freitag Venus mit Tauben, Sonnabend Saturn mit einer Chimäre. Der Unterbau trägt zunächst die Löwengalerie, benannt von zwei an den Seiten befindlichen Löwen, von denen der eine das Wappenschild der Stadt Straßburg, der andere den Helm in den Klauen hält. In der Mitte dieser Galerie ist das Zifferblatt einer Uhr, welche mittlere Zeit angibt. Daneben sind zwei Genien; der eine derselben schlägt auf ein Glöckchen beim Eintritt der Stundenviertel, der andere dreht stündlich eine Sanduhr. Die untere Abtheilung des mittlern Aufbaues enthält ein Planetarium, auf welchem die Bewegungen der Planeten Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn im Fixsternhimmel um die Sonne dargestellt sind. Die darüber befindliche Abtheilung veranschaulicht auf gestirntem Himmel die allmähliche Zu- und Abnahme des Mondes durch allmähliche Drehung einer zur Hälfte weißen, zur Hälfte schwarzen Kugel.

In der darauffolgenden höhern Abtheilung erblickt man die Gestalt des Todes, welcher in der einen Hand eine Sense, in der andern einen Knochen hält. Zu beiden Seiten desselben sind kleine Glocken angebracht. Zur Zeit „ein Viertel" tritt durch eine Seitenthür die Gestalt eines Kindes hervor, wendet sich zu dem einen der Glöckchen, schlägt mit einem Stäbchen einmal darauf und geht durch die andere Seitenthür wieder ab. Zur Zeit „zwei Viertel" kommt in gleicher Weise ein Jäger (Jüngling) und schlägt mit einem Pfeile zwei-

mal auf das Glöckchen. „Drei Viertel" wird von einem Krieger (Mann) durch dreimaliges Aufschlagen mit einem Schwerte angezeigt. Endlich kündet ein Greis „Vier Viertel" an, indem er mit seiner Krücke viermal an das Glöckchen schlägt. Hierauf erhebt der Tod den Arm und gibt die Stundenzahl an, langsam schlägt er mit dem Knochen auf das größere der beiden Glöckchen.

In der obersten Abtheilung steht die Gestalt des Heilandes mit dem Siegesbanner in der linken Hand und die Rechte zum Zeichen des Segnens beweglich. Mittags 12 Uhr ziehen die zwölf Apostel nacheinander vor ihm vorüber, wenden sich zu ihm und erhalten das Zeichen des Segens. Nachdem alle Apostel vorüber sind, erfolgt noch einmal das Zeichen des Segens für die stets zahlreich anwesenden Besucher des Münsters. Während die Apostel vorüberziehen, läßt der auf der Spitze des seitlichen Aufbaues befindliche Hahn sich hören. Er schwingt die Flügel, bewegt Kopf und Schweif, bläht den Hals auf und kräht dreimal. In die obersten Verzierungen eingereiht sind die Gestalten von: Jesaias, den Evangelisten, von Seraphim mit Musikinstrumenten u. s. w.

Der kleinere Aufbau enthält die Gewichte der Nebenwerke, welche durch Auslösung in zeitweiligen Gang kommen. Diese Auslösungen werden durch das Centralwerk bewirkt. Letzteres setzt den ganzen Mechanismus in Bewegung, und wird nach je 8 Tagen aufgezogen.

Die Wendeltreppe führt nicht allein zu dem mittlern Aufbau, sondern auch zu dem großen, 16 Fuß im Durchmesser enthaltenden, über dem südlichen Portale des Münsters angebrachten Zifferblatte, auf welchem zwei Zeiger den Tag, die Woche und die Stunde des Tags angeben.

Maschinentechnik.

Bearbeitet von Dr. Theodor Weiß.

Mit der Taf. 18 treten wir in das Gebiet desjenigen Theils der mechanischen Technik, welcher zufolge des in der allgemeinen Einleitung angedeuteten Herkommens im Gegensatze zu der Technologie wohl die „Maschinentechnik" genannt wird.

In der Maschinentechnik wird eigentlich alles abgehandelt, was nicht Werkzeug und nicht Arbeitsmaschine ist und doch zum Maschinenwesen oder zu der mechanischen Technik im engern, hier gebrauchten Sinne des Wortes gehört. Selbst Arbeitsmaschinen, namentlich insoweit deren Constructionsform mit der einer sonst in diesen Bereich gerechneten Maschine verwandt ist, werden in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Das Herkommen gebietet hier mächtiger als die Systematologie.

Jedoch pflegt man sich bei der Begrenzung des Gebiets an nachfolgend angeführte Klassifikation zu halten:

A. Kraftmaschinen oder Motoren.

a. Physiologische Motoren (Mensch und Thiere) und zu denselben gehörige Maschinen:
   1) Hebel- oder Schraubenwerke,
   2) Tret- und Laufräder,
   3) Göpelwerke.

b. Hydraulische Motoren:
   1) Wasserräder,
   2) Turbinen,
   3) Wasserdruckmotoren.

c. Aërodynamische Motoren: Windräder.

d. Thermodynamische Motoren:
   1) Dampfmaschinen,
   2) Heißluft- oder calorische [illegible]
   3) Gaskraftmaschinen.

B. Zwischenmaschinen oder [illegible] mechanismen und Transm[illegible]

a. Die Art und die Geschwindigkeit [illegible] ändernde Mechanismen:
   1) Räderwerke,
   2) Kurbelmechanismen,
   3) Geradführungen,
   4) Diversa dieser Art.

b. Regulirende Mechanismen
   1) Bremsen,
   2) Schwungräder,
   3) Centrifugalregulatoren,
   4) Hydraulische und pneumatische [illegible]

c. Wellentransmissionen.

d. Seil-, Ketten- und Riementransmi[illegible]

e. Hydraulische und pneumatische Tr[illegible]

C. Transportmaschine[illegible]

a. Transportmaschinen für feste K[illegible] von Gefäßen umschlossene Subst[illegible]
   1) Hebezeuge,
   2) Aufzüge, Flaschenzüge,
   3) Schiebebühnen und Drehsc[illegible]
   4) Winden und Krahne,
   5) Fördermaschinen,
   6) Pneumatische Transportm[illegible]

b. Transportmaschinen für flüssige K[illegible] körnige Substanzen:
   1) Becher-, Schnecken- und K[illegible]
   2) Kolbenpumpen,
   3) Schöpf-, Wurfräder und Ce[illegible]
   4) Strahlpumpen.

c. Transportmaschinen für gasförmig[illegible]
   1) Blasebälge und Gebläse,
   2) Ventilatoren,
   3) Strahlpumpen.

d. Motorische Fahrzeuge:
   1) Locomotiven,
   2) Dampfschiffe
   3) Luftschiffe.

Gemäß dieser Klassifikation wurde [illegible] Vertheilung des hier vorzuführenden [illegible] handelnden Gegenstand keineswegs [illegible] Stoffs nicht verfahren. Vielmehr [illegible] Gruppen der aufgezählten Maschinen[illegible] Wegfall, theils weil ihre Besprechung [illegible] Abtheilungen des „Bilder-Atlas" Platz [illegible] (zum Beispiel die Schiebebühnen und [illegible] Eisenbahnbau, die Dampfschiffe im Se[illegible] weil ihre Darstellung sich nur schw[illegible] erreichenden Zwecken hätte anpassen l[illegible] weil ihre Berücksichtigung Anlaß zur [illegible] der vorgeschriebenen Grenzen des [illegible] haben würde. Andere, namentlich d[illegible] schinen und Transmissionen angeb[illegible] wurden nur spärlich berücksichtigt u[illegible] einige zu maschinentechnischen Zwecken [illegible] strumente, auf den Tafeln sporadisch [illegible] endlich wurde nicht die in der obig[illegible] beobachtete Reihenfolge gewählt, sondern [illegible] einfachen Transportmaschinen begonnen [illegible] den Motoren und endlich von den [illegible]

en motorischen Fahrzeugen, gesprochen. ie Luftschiffe zu den Transportmaschinen hier abgehandelt wurden, beruht weniger ortgreifen in gereiftere Zustände der Er- gkeit und in ein noch der fernern Zukunft Gebiet, sondern lediglich auf dem Mangel und geeignetern Platzes für diesen eben- ilder-Atlas" vorzuführenden Gegenstand. wurden auf den erstern Tafeln nicht nur n Transportmaschinen, sondern behufs ssenen Zusammenhaltens des Stoffs auch lelt erscheinende Combinationen mit den d mit den Fahrzeugen zur Darstellung

ortmaschinen für feste Körper.

(Tafel 18.)

portmaschinen haben den Zweck, mit Lasten pt mit Körpermassen von sowol fester als ustartiger Beschaffenheit Ortsveränderungen a lassen.

1. Hebezeuge.

erungen von sehr geringer Hubhöhe, oder esprochen, innerhalb sehr enger Wirkungs- mittels der Hebezeuge vorgenommen. zu diesen Transportmaschinen nebst den beln und Hebeladen die Wagen- die Baumwinde, wie man sie bei den ten zum Heben ihrer reparaturbedürftigen bei den Waldarbeitern zum Ausheben rzelstöcke antrifft. Sie ersetzen gewisser- einfachen Hebel. Ihr Mechanismus be- er Zahnstange, welche durch Zahnrad und bewegt wird, oder aus einer Schrauben- mittels Mutter ebenfalls durch Zahnräder der auch durch eine Knarre, d. h. durch einen , federnder Sperrklinke und Hebel bestehen- mus ihre Bewegung erhält (Taf. 18, Fig. urch die in Fig. 11 getroffene Construction der stehenden Schraube gehobene Last iegenden Schraube horizontal fortbewegt gehören ferner zu diesen Maschinen die gewendeten hydraulischen Winden (Fig. 5). halten im Innern ihres eisernen Körpers ben, eine kleine Pumpe und einen Flüssig- Die Flüssigkeit (Wasser, Oel) wird über n mittels eines äußerlich greifbaren Hebels läßt hierdurch ein Heben des den Kolben n Körpers und der Angriffsklaue bewirken, ch ein mittels eines Hahnes veranlaßtes er Flüssigkeit in den unterhalb des Kol- chen Raum ein Sinken von Klaue und

den haben dieselbe Wirkungsweise, wie hen Pressen (Taf. 21, Fig. 11), die sich r dadurch unterscheiden, daß das Pump- n den Preßkolben enthaltenden Haupt- t ist, und daß ein Preßgerüst vorhanden die zu hebende Körpermasse am obern und hierdurch ein Zusammenpressen, ein oder auch ein Ausquetschen, Entwässern, f. w. derselben bewirken läßt. at sind diese hydraulischen Pressen, welche nsein des Preßgerüstes zu der Klasse der nen gezählt und eigentlich in das Gebiet ie versetzt werden müssen, und welche als solche Arbeitsmaschinen gekannt sind, auch zum Heben von großen Lasten, also als Transportmaschinen verwendet. Zum Beispiel wurden die über 38000 Ctr. schweren Bestandtheile der Stephenson'schen Röhrenbrücke und neuerdings ganze Stadtviertel in Neuyork mittels solcher Pressen gehoben, indem das dazu gehörige Pumpwerk durch Dampfmaschinenkraft bewegt wurde.

2. Flaschenzüge.

Die einfache, an einem festen Punkte befestigte Rolle, über welche ein Seil oder eine Kette geschlungen ist, wird noch nicht eine Hebemaschine genannt und dient auch nicht sowol zum Heben als zur Richtungsänderung des hebenden Seils. Sobald sie aber eine sogenannte lose Rolle wird, indem sie sich mit der zu hebenden Last bewegt, so kann sie auf die Bezeichnung einer Maschine, wenn auch einer Maschine sehr einfacher Construction, Anspruch machen. Durch Anwendung derselben ist man im Stande, mit der einfachen Kraft die doppelte Last, freilich aber auch nur während der doppelten Zeitdauer zu heben.

Die Combination einer losen mit einer festen Rolle, beziehentlich mehrerer solcher Rollen, wird ein Flaschenzug genannt. Bei der ältern Constructionsform der Flaschenzüge sind die Blöcke, Flaschen oder Kloben aus Holz hergestellt. Neuerdings verwendet man als Material zu diesem Zweck, und namentlich bei maschinentechnischen Constructionen, das Eisen, wie die Figurenengruppe 2, Taf. 18, zeigt. Der am weitesten nach rechts dargestellte Kloben dieser Gruppe ist derartig construirt, daß das Seil mit größerer Leichtigkeit, als bei den gewöhnlichen Arten, aufgelegt werden kann.

Durch Vermehrung der Rollen jedes Klobens oder jeder Flasche könnte mit einer gegebenen Kraft jede beliebige Last gehoben werden, wenn nicht die Reibungswiderstände und die Seil- oder Kettensteifigkeit eine Grenze setzten, welche so sehr bald erreicht wird, daß der Vortheil der Einfachheit und Billigkeit dieser Maschine durch den Nachtheil eines äußerst geringen Wirkungsgrades derselben compensirt wird.

Neuerdings wendet man mit vielem praktischen Vortheil den Differential-Flaschenzug an, wie er in Fig. 13 dargestellt ist. Er gehörte zu den hervorragenden Gegenständen der londoner Ausstellung von 1862. Seine Wirkungsweise stimmt mit derjenigen der schon lange angewendeten Differentialwinde (Fig. 14) überein. (Die Beschreibung der letztern folgt unter den Winden.) Der Differential-Flaschenzug entsteht aus der Differentialwinde, wenn die beiden Trommeln der letztern zu zwei mit Einkerbungen versehenen Rollen zusammenschrumpfen und wenn aus dem an den Trommeln mit seinen beiden Enden befestigten Seile eine sogenannte endlose Kette gemacht wird. Das Rollenpaar von verschiedenen Durchmessern bildet die obere und zwar feste Flasche, die untere, auch bei der Winde vorhandene Rolle, die lose Flasche. Damit die Kette nicht gleite, müssen die obern Rollen eine Art Verzahnung erhalten. Der Vortheil dieses Flaschenzugs gegenüber seinen Gattungsgenossen besteht darin, daß er in seine beiden Flaschen eine sehr große Ueberlegung legen läßt und daß er demnach, ohne viel Raum und viel Herstellungskosten zu beanspruchen, eine verhältnißmäßig große Last bewältigt. Er hat dagegen den Nachtheil, dem Heben einen stärkern Reibungswiderstand entgegenzusetzen, also das Heben der Last entweder mühevoller oder zeitraubender zu machen. Dieser Nachtheil wird aber insofern wieder in einen Vortheil umgewandelt, als durch den zähern

Reibungswiderstand das Herabsinken der gehobenen Last beim Loslassen der Kraftkette ohne weiteres Zuthun verhindert wird.

Um 1000 Kilogr. mit einer Zugkraft von 10 Kilogr. zu heben, hat man beim gewöhnlichen Flaschenzuge 100 Rollen nöthig, beim Differentialflaschenzuge nur deren drei. Dieses übertrieben zu Gunsten der Differentialflaschenzüge sprechende Exempel ist jedoch nur theoretisch, d. h. ohne Rücksicht auf die Widerstände richtig. Wegen thatsächlicher Existenz der letztern schrumpft der Vorzug sehr zusammen.

3. Winden.

Die einfachste Constructionsform dieser Gruppe von Transportmaschinen besteht aus einer Walze oder Trommel, welche durch Anbringung von Zapfen und Kurbeln oder Tummelbäumen drehbar gemacht ist, welche in einem Gestelle oder Bocke ruht und welche ein die Last tragendes Seil oder eine das Transportobject ergreifende Kette aufwickeln läßt.

Eine solche einfache Winde wird, wenn die Trommel liegt, Haspel, wenn dieselbe steht, Erdwinde genannt.

Wird auf der Trommelwelle dieser einfachen Winde ein Stirnrad angebracht (Taf. 18, Fig. 6) und eine Kurbelwelle hinzugefügt oder vorgelegt, welche ein kleineres in jenes Stirnrad eingreifendes Zahnrad trägt, so entsteht die Construction, welche man Vorgelegewinde oder einfache Seilwinde nennt. Eine Bremsscheibe mit Bremshebel und Bremsband, welcher Mechanismus beim Herablassen der Last zur Mäßigung oder Unterbrechung der Bewegung verwendet wird, ein Sperrrad zur Hinderung des unbeabsichtigten Rückganges und eine Vorrichtung zum Ausrücken der Kurbel- oder Vorgelegswelle vervollständigen diese Winde. Auf Schiffen angewendet erhält sie meistens auch noch einen äußerlich in der Verlängerung der Trommel angebrachten Konus, welcher als Frictionskonus beim Niederlassen der Anker dient.

Sollen mit dieser Windenart größere Lasten, als es mit der soeben beschriebenen Construction möglich ist, gehoben werden, so bringt man noch mehrere Vorgelege, aber, weil für die größere Last ein Seil zu dick werden müßte, statt des letztern eine Kette an. Diese Constructionsform, deren einzelne Bestandtheile die verschiedenartigsten Anordnungen erhalten, wird Kettenwinde genannt.

Durch Anordnung recht vieler Vorgelege kann man es dahin bringen, mit der einfachen menschlichen Kraft eine sehr bedeutende Last zu heben. Das letztere kann aber auch ohne Vermehrung der Vorgelege durch Verstärkung der angreifenden Kraft erreicht werden. Dieses geschieht durch Anbringung zweier kleiner, die Kurbeln erfassender, meistens oscillirender, jedoch auch, wie hier (Fig. 1), fester Dampfmaschinen. Diese Constructionsform heißt Dampfwinde oder Dampfhaspel. Sie wird häufig zum Aufziehen von in Gefäße gefüllten Substanzen oder Körpermassen benutzt. In diesem Falle bringt man auf der Trommel meistens zwei nach verschiedenen Richtungen sich aufwickelnde Seile, oder auf der Lastwelle zwei Trommeln mit derartig aufgewickelten Seilen an, daß das leere Gefäß niedersinkt, wenn das gefüllte gehoben wird. Hierdurch entsteht nicht nur Zeit-, sondern auch Kraftgewinn, indem das herabgehende leere Gefäß durch sein Gewicht die Triebkraft unterstützt. Namentlich zweckmäßig wird daher diese Dampfwinde bei Anwendung auf continuirliche Förderung von Lasten, wie es unter anderm beim Bergwerksbetriebe oft vorkommt.

In diesem Falle ersetzt man die [illegible] Dampfmaschinen durch größere liegende [illegible] Dampfmaschinen, die Ketten durch [illegible] Trommeln durch sogenannte Seiltr[illegible] hufs Verhinderung einer zu starken [illegible] nutzung der Seile einen relativ [illegible] erhalten, und nennt solche Construction[illegible] göpel oder Fördermaschinen.

Die gewöhnliche Seilwinde, [illegible] eines Hauses aufgestellt, liefert, wen[illegible] ein Triebrad mit einem bis in das [illegible] herabhängenden Seile ohne Ende [illegible] den sogenannten Aufzug, wie [illegible] Mühlen u. s. w. Verwendung fi[illegible] großen Länge des äußerlich am Ho[illegible] den Lastseils muß die dasselbe [illegible] eine verhältnißmäßig große Breite [illegible] Seil muß mehreremal übereinand[illegible]

Diesem Uebelstande, welcher [illegible] Fällen, wo das aufzuwickelnde Se[illegible] auftritt, kann durch eine Constru[illegible] gebeugt werden, welche man Friction[illegible] (Taf. 18, Fig. 16).

Die Wirkungsweise derselben [illegible] Reibungswiderstande, welcher durch [illegible] oder Walze mehreremal geschlungen[illegible] Dieser Reibungswiderstand im Ver[illegible] losen Ende des umschlungenen Seils [illegible] fügigen Kraft hält die am andern [illegible] hängende Last oder den hier au[illegible] Gleichgewicht. Diese Kraft kann [illegible] sein, je größer die Anzahl der Um[illegible] Sie wird zu dieser Anzahl in ein [illegible] gebracht, daß sie durch die Hand [illegible] durch das Gewicht des herabhänge[illegible] endes entwickelt werden kann. Da [illegible] wöhnlichen Fälle drei bis acht Umwick[illegible] so braucht die Trommel und demnach [illegible] in der That nur sehr schmal zu sei[illegible] aufzuwickelnde, oder vielmehr über[illegible] an der einen Seite auf- und an [illegible] zuwickelnde Seil, unendlich lang ist. [illegible] Construction dieser Winde dadurch [illegible] daß zwei hintereinander liegende Tr[illegible] sein müssen. Bei Anwendung [illegible] Trommel würde sich nämlich das [illegible] Seil in der Achsenrichtung der Tr[illegible] und die Trommel dürfte aus die[illegible] minder breit gemacht werden, als [illegible] wöhnlichen Winde. Wegen der Rot[illegible] bringung zweier Trommeln müssen [illegible] wellen mit Zahnrädern und Zubehör [illegible] und dadurch wird diese Construction [illegible] plicirt.

Die Frictionswinden von gewö[illegible] werden in Fabriken und Speichern [illegible] Flaschenzügen angewendet. Sie [illegible] Falle in der Regel an einem Pfeiler [illegible] befestigt, während der Flaschenzug [illegible] gebracht ist. Die Hubböhe ist als[illegible] ring, aber das aufzuwickelnde Seil [illegible] beträchtliche Länge, weil es durch [illegible] des Flaschenzugs geleitet werden m[illegible]

Die Frictionswinden von bedeut[illegible] und stärkern Räderübersetzungen [illegible] Fig. 16 dargestellte Form, wie [illegible] des londoner Weltausstellungs-Geb[illegible] zum Aufziehen der schweren [illegible] gewendet wurde. Die beiden [illegible] trommeln sind vorn angebracht [illegible]

erung des Auflegens des Seils völlig frei. in die beiden auf den Trommelwellen angebrachten räder eingreifende Zahnrad sitzt auf einer Welle, e von einer Vorgelegswelle bewegt wird, die Drehung von einem Riementrieb erhält.

ne fast genau solche Constructionsform bildet auch Bewegungsmechanismus der seit einigen Jahren Aufnahme gekommenen Kettendampfschiffe, eurs oder Kettenschlepper. Die auf dem Bette flusses oder Kanals liegende Kette wird um die bei- in der Mitte des Schiffs angebrachten Frictions- meln geschlungen. Durch Umdrehung der Winde, in diesem Falle eine kräftige Dampfmaschine ange- et wird, bewegt sich das Schiff an der fest auf dem des Flusses liegenden, beziehentlich durch ihr ngewicht und durch den Reibungswiderstand ge- nen Kette entlang.

n historischer Hinsicht steht dieser Einrichtung die- e voran, bei welcher die Frictionswinde fest am stand und das Schiff mittels Kette an sich zog. solche Einrichtung findet man noch heute häufig Stromschnellen oder oberhalb von Brücken, he durch ihre Stauverhältnisse eine heftigere mung veranlassen. Derartige Constructionsformen en Schiffswinden genannt und erhalten verticale mmelwellen, sowie statt der Kurbeln Tummel- me, an welchen die ausgeschiffte Mannschaft ar- t.

ine eigenthümliche, wiewol schon lange bekannte noch länger bei den Chinesen in Gebrauch ge- ene Winde ist die durch Fig. 14 dargestellte fferentialwinde oder der Gegenhaspel. Sie n als eine Combination von zwei Haspeln auf- ßt werden, welche sich entgegenwirken und auf e Weise durch die Differenz ihrer Wirkungen ig werden. Die beiden Haspel von verschiedenen rchmessern sind hier auf ein und derselben Kurbel- le dicht nebeneinander angebracht. Sie können aber h auf zwei vor- oder übereinanderliegenden Wellen ntirt und durch Zahnräder miteinander verbunden den und im letztern Falle gleiche Durchmesser er- ten, sofern die Zahnräder verschieden groß her- ellt werden. In allen Fällen ist eine das auf e Trommeln sich aufwickelnde Seil führende lose le A erforderlich, an deren Kloben die Last ge- gt wird. Die Wirkungsweise ergibt sich aus nach- gender rechnungsmäßigen Betrachtung. Jedes der en herabhängenden Seilenden hat von der am ten hängenden Last L die Hälfte, also $\frac{1}{2}$ L, zu gen. An der großen Trommel vom Halbmesser R lt demnach das Lastmoment $\frac{1}{2}$ L R, an der kleinen n Halbmesser r das Lastmoment $\frac{1}{2}$ L r. Das an Kurbeln von der Länge l wirkende Kraftmoment dagegen K l, wenn unter K die vereinte Kraft der eiter verstanden wird. Es ergibt sich daher aus statischen Gleichheit:

$$K \cdot l + \tfrac{1}{2} L r = \tfrac{1}{2} L \cdot R$$

Kraftbedarf zu:

$$K = \frac{R - r}{2 \cdot l} \cdot L$$

d der Lastwerth zu:

$$L = \frac{2 \cdot l}{R - r} \cdot K.$$

Man erkennt hieraus, daß man mit einer gewissen, ativ kleinen Kraft, zum Beispiel der menschlichen mkraft, eine ganz enorm große Last heben kann, enn man nur die Differenz (R — r) der Trommelhalbmesser klein genug macht. Wird diese Differenz zu Null, werden also beide Trommeldurchmesser gleich groß hergestellt, so kann (mathematisch genommen) sogar eine unendlich große Last gehoben werden, für welche freilich die Hubhöhe gleich Null ausfällt, d. h. trotz Drehung der Winde ein Stehenbleiben auf derselben Höhe stattfindet. Jedoch von diesem äußersten Werthe an gerechnet und mit Rücksicht auf die ungleichmäßige Dicke des Seils oder der Kette, durch welche die Anwendung unbedeutend differirender Trommelhalbmesser illusorisch und praktisch unausführbar wird, kann jede beliebig große Last gehoben werden. Der Vortheil dieser Winde hinsichtlich ihrer einfachen und billigen Construction gegenüber der gewöhnlichen, unter solchen Umständen eine beträchtliche Anzahl von Vorgelegen, Wellen, Rädern und Lagern erfordernden und hierdurch kostspielig werdenden Kettenwinde wird jedoch durch den Nachtheil paralysirt, daß dieselbe bei bedeutendern Hubhöhen außerordentlich lange Seile oder Ketten und lange Trommeln erfordert und aus diesem Grunde wieder theuer wird. Ihr Vorzug beschränkt sich daher auf den engen Anwendungskreis geringer Hubhöhen.

Die unter den Rubriken Nr. 1, 2 und 3 beschriebenen Hebevorrichtungen, Flaschenzüge und Winden werden auf das mannichfaltigste combinirt und erhalten hierdurch oft das Ansehen ganz anderer Apparate oder Maschinen. Wenn auch für gewisse Sonderzwecke praktisch und gut, werden sie doch häufig sehr ungerechtfertigter Weise als Verbesserungen im allgemeinen angepriesen und vom Publikum dafür gehalten. Mangelnde Schärfe des Urtheils über die Wirkungsweise und den Wirkungsgrad trägt die Schuld hieran.

Die Vorstellung, daß durch eine Hebel-, Schrauben- oder Räderverbindung Kraft hervorgebracht werden könne, ist eine laienhafte. Eine solche Verbindung bewirkt vielmehr nur eine Umwandlung, und das constant Bleibende in dem Umgewandelten ist dasjenige, welches mechanische Wirkung oder mechanische Arbeit genannt wird, und welches aus einem Product von Kraft und Hubhöhe, oder Kraft und Weg, oder Kraft und Zeit besteht. Gewinnt man durch die bezeichnete Umwandlung, wie sie mit dem Mechanismus einer Winde und überhaupt einer Maschine vorgenommen wird, eine Kraftvermehrung, so verliert man Zeit, und umgekehrt. Ist die bewegte Last 100 mal so groß, als die ausgeübte Kraft, so ist auch die Zeitdauer des Transportes 100 mal so groß, als sie bei Gleichheit von Last und Kraft sein könnte. Und eine Winde, welche mit einer gegebenen Kraft 10 mal so viel Last hebt, als eine andere mit derselben Kraft, transportirt die Last 10 mal so langsam.

Dieses einfache Verhältniß zwischen Kraftgewinn und Zeitverlust wird aber in Wirklichkeit hinsichtlich eines Gewinns noch ungünstiger durch die Widerstände, als Reibungswiderstände, Seil- oder Kettensteifigkeit u. s. w., welche bei jeder mechanischen Vorrichtung unvermeidlich sind und auch von den Erfindern eines vermeintlichen Perpetuum mobile, obwol außer Acht gelassen, so doch nie zu annulliren waren. Wären diese Widerstände nicht vorhanden, so wäre es in theoretischer Beziehung, d. h. abgesehen von den Herstellungskosten, von bequemer Anbringung oder Aufstellung, von leichter Hantierung u. s. w. völlig gleichgültig, was für eine von den existirenden oder noch zu erfindenden Constructionsformen in einem gegebenen Falle angewendet würde. Da dieselben jedoch thatsächlich vorhanden sind, so bilden sich unter jenen Constructionsformen Vorzüglichkeitsunterschiede, je

nachdem die letztern unter sonst gleichen Umständen mehr oder weniger in ihrer Leistung von denselben beeinträchtigt werden.

Der Grad dieser Beinträchtigung, oder der Grad der thatsächlich geleisteten Wirkung bildet daher ein Kriterium für die Güte einer Constructionsart, und da die Widerstände, welche mit W bezeichnet werden mögen, als eine zu überwindende oder zu hebende zusätzliche Last aufgefaßt und in Rechnung gezogen werden können, so läßt sich dieser „Wirkungsgrad" oder „Gütegrad" wenn er mit η bezeichnet wird, durch das Symbol

$$\eta = \frac{L}{L + W}$$

berechnen, sofern L diejenige Last bedeutet, welche bei Nichtexistenz der Widerstände gehoben oder bewältigt werden könnte.

Je größer dieser Wirkungsgrad ausfällt, d. h. je mehr er sich, obigem Symbol zufolge, der Einheit nähert, desto vorzüglicher ist die Maschine. Von dieser Seite beleuchtet, klassificiren sich z. B. die bisher besprochenen Transportmaschinen derartig, daß die Differentialflaschenzüge die schlechtesten, die gewöhnlichen Flaschenzüge auch noch schlecht, die Differentialwinden gut und die gewöhnlichen Winden, sofern deren Zahnräder nicht allzu klein hergestellt werden, am besten sind. In Bezug auf Herstellungskosten bildet sich allerdings die umgekehrte Reihenfolge. Es muß außerdem berücksichtigt werden, daß bei Anwendung von Menschenkräften und überhaupt von animalischen Motoren die Kraftentwickelung K eine verschieden große ist, je nachdem an einem Seile gezogen, oder an einem Tummelbaume geschoben, oder an einer Kurbel gedreht, oder auf einen Hebel gedrückt werden muß. Und endlich ist bei Winden der Vortheil nicht zu unterschätzen, daß einige Vorgelege ausgerückt werden können, und daß hierdurch je nach Bedürfniß und Vorkommniß zwischen Lasthebung und Zeitaufwand ein günstigeres Verhältniß erzielt zu werden vermag.

4. Krahne.

Die Benutzung eines Flaschenzugs hat das Vorhandensein eines festen Aufhängepunktes zur Voraussetzung. Der Deckenbalken eines Locals, ein Baugerüst, ein Schiffsmast u. s. w. liefert einen solchen festen Aufhängepunkt, ebenso wie ein Baugerüst, ein Thurm, eine Mauer, eine Brunneneinfassung die Unterstützung für eine Winde bietet. Die Gesammtheit eines Flaschenzugs oder einer Winde und eines unterstützenden Baues mit Zubehör wird wol ein Aufzug genannt. Ist eine solche Unterstützung, ein solcher fester Aufhängepunkt nicht vorhanden, so wird ein Gerüst von irgendwelcher Constructionsform, oder ein gerüstartiger Bau besonders hergestellt, und die Combination der Winde oder des Flaschenzugs mit einem solchen Gerüste ein Krahn genannt. Wenn im Volksmunde auch manche andere galgenartige Gerüste Krahne heißen und wenn auch die zum Füllen der Tender auf den Wasserstationen unserer Eisenbahnen vorhandenen Wasserständer Krahne genannt werden, so ändert dies nichts an der Richtigkeit jener Definition, soweit überhaupt Definitionen und Vergleiche nicht hinken, und die Bezeichnung Krahn für einen gewöhnlichen Wasser- oder Bierhahn ist ein Provinzialismus. Hiernach werden sich die verschiedenen Constructionsformen der Krahne im wesentlichen durch die Form ihres gerüstartigen Baues unterscheiden lassen. Einerseits von diesem Gesichtspunkte aus, andererseits nach der Art der angewendeten Winde oder Aufzugsvorrichtung und nach der Verbindungsweise derselben mit dem Krahngerüste, und endlich in Betreff der Wirkungsweise und Gesammtheit des Krahns als Transportmaschine lassen sich Klassificationen vornehmen.

Ein in der Mauer eines Gebäudes befestigter Balken, von einer schrägen Strebe unterstützt, an seinem äußern Ende einen Flaschenzug oder eine Leitrolle tragend und durch dieselbe mit einer Winde in Verbindung gebracht, eine solche Vorrichtung bildet den Uebergang von einem Aufzuge zu einem Krahne. Die Last wird hier gerade in die Höhe gezogen, die Wirkungssphäre dieser Transportmaschine ist also eine verticale Linie.

Wird die erwähnte Leitrolle oder der bezeichnete Flaschenzug an einen Wagen („eine Katze") gehängt, welcher auf jenem Balken hin- und hergeschoben werden kann, so ist die Wirkungssphäre eines solchen Krahns eine ebene Fläche. Dieselbe Wirkungssphäre kann erhalten werden, wenn die Rolle oder der Flaschenzug unverrückbar befestigt, der Ausleger oder Schnabel des Krahns schräg gestellt und um seinen Fußpunkt drehbar gemacht wird. In den dieser Construction entsprechenden Formen heißt der Krahn Zweibein, beziehentlich Dreibein oder Schwenkkrahn.

Wird das Krahngerüst um eine verticale Achse drehbar gemacht und ist die am äußern Ende befindliche angebrachte Rolle nicht verschiebbar, so ist die beherrschte Wirkungssphäre der Mantel eines Kreiscylinders, beziehentlich ein Theil davon. Hierzu liefert Tafel 18, Fig. 7 ein Beispiel. Mit einer fest auf dem Untergrund verschraubten gußeisernen Platte ist in einer Figur eine Säule, die Krahnsäule, zusammengegossen. Um dieselbe läßt sich der die Last haltende Ausleger mit Gerüst und daran angebrachter Winde mittels einer Zapfeneinrichtung drehen. Die Winde wird durch eine kleine Dampfmaschine bewegt, welche durch das U-förmig gebogene und einerseits in der Achse der Krahnsäule liegende Rohr von einem hinter stehenden Dampfkessel gespeist wird. Mehrere solcher etwa längs eines Kaies oder eines Güterschuppens aufgestellte Krahne können von einer Centralstelle aus mit Dampf versorgt werden. Sie werden Dampfkrahne genannt.

Eine der vorigen gleiche Wirkungssphäre hat wie in Fig. 4 dargestellte Säulenkrahn mit horizontalen gelenkigem Ausleger. Die Wirkungssphäre, d. h. der mit dem Lasthaken erreichbare geometrische Ort, wird ein kreisförmiger Hohlcylinder durch Anbringung der Winde oder des Flaschenzugs an einem Wagen, einer „Katze", welche auf dem horizontalen Ausleger hin- und herzufahren ist. Dieselbe Wirkungssphäre kann ferner aber auch unter Beibehaltung der beweglichen Rolle erreicht werden, wenn der Ausleger oder Schnabel schräg angeordnet und am Fußpunkte in vertikaler Ebene drehbar gemacht wird. Zu der letztern Constructionsarten bietet Fig. 15 ein Beispiel. Diese Constructionsform (hier in sehr verjüngtem Maßstabe dargestellt) heißt freistehender Krahn, weil der eigentliche Krahn, d. h. Krahnsäule und Ausleger mit Zubehör, nicht von den Fundamenten eines Gebäudes, sondern von einem für sich besonders den und zu ihm gehörenden Gerüste unterstützt wird, welches hier aus schrägliegenden hölzernen Stützen besteht. Dieser Krahn muß zwei Windevorrichtungen erhalten, die eine zur Förderung der Last, die andere zur Bewegung des Auslegers. Das Gleiche gilt jedoch auch für den Krahn mit beweglicher Katze.

Die Wirkungssphäre des Krahns ist der Hohlcylinder

pipeds, d. h. sein Lasthaken kann an s langgestreckten Saals, einer Werk- bracht werden, wenn derselbe die durch lte Constructionsform hat, in welcher genannt wird. Er besteht in diesem rechts und links auf Laufrädern ru- (hier aus Blech hergestellt), auf wel- hin- und hergefahren oder (wie hier) inseitig feststehenden Winde und einer e eine „Katze" hin- und hergezogen Die Laufräder sind auf Schienen be- entweder an, beziehentlich auf den Gebäudes, oder (wie hier) auf einem ten Gerüste befestigt werden. Uebri- die meistens nur von Menschenhand durch Dampfkraft bewegt, und selbst steht mit auf dem Krahngerüste. Auch erden, daß neuerdings die Bewegung atträger als der auf denselben hin- und Winde mittels einer Seiltransmis- völlig gesondert von dem Krahne auf- aus bewirkt wird.

ste herzustellen, auf welchen die Schie- werden, kann man, wie Fig. 12 zeigt, ntalen Trägern auch verticale Stützen n Füße mit Rädern versehen, und die er Erde anbringen, beziehentlich den r Eisenbahn bewegen, wodurch seine leicht bedeutend erweitert wird. Er Gestalt fahrbarer Laufkrahn oder n genannt. In der hier dargestellten m ist er aus blechernen Trägern und Stützen hergestellt, hat zur Fortbewe- Schienen auf jeder Seite eine Winde, Lasten auf jeder Seite ebenfalls eine g und zwei Katzen, und zum Hin- der letztern an jeder der obern Sei- , welche mittels einer nach abwärts über ein Trieb- oder Kurbelrad ge- unten aus gedreht werden kann.

ctionsform, welche eine der vorigen kungssphäre hat, ergibt sich durch Com- wöhnlichen festen Krahns mit einem e solche Constructionsform, fahrba- er kurz Fahrkrahn genannt, ist in lt und kann als erhalten betrachtet durch, daß der Fig. 7 abgebildete Krahn n gesetzt, und daß alsdann auch der irirte Dampfkessel mit auf dem Krahn- wurde. Dieser Dampfkessel ist in vor- derartig angeordnet, daß er als Gegen- belasteten Krahn wirksam wird. Wäre hehen, oder wäre überhaupt eine mit Kessel nicht vorhanden, sondern Betriebe mittels Menschenband einge- ein separates Gegengewicht oder eine ung angeordnet sein, mittels welcher en Schienen befestigt werden könnte. Combination eines Krahns mit einem Fig. 9 dargestellt. Das Fahrzeug , welches den Transport eines Last- gendeinem Punkte eines Hafens ver- Seekrahn oder Schwimm- anz aus Holz hergestellt) hat daher Wirkungssphäre, welche durch Ankup- an ein motorisches Seefahrzeug noch in ähnlicher Weise erweitert wird, Wirkungssphäre des Fahrkrahns durch sselben an ein motorisches Landfahr-

Transportmaschinen für flüssige Körper.

(Tafel 19 bis 21.)

Die körnigen und pulverförmigen Substanzen bilden den Uebergang von den festen zu den tropfbar flüssigen Körpern. Das Sandkorn verhält sich zum Sandstein wie der Wassertropfen zur Wassermasse. Gewisse Transportmaschinen für staub-, pulverförmige und körnige Substanzen haben daher mit denjenigen für Flüssigkeiten sehr viel constructive Aehnlichkeit. Das Schnecken- und das Becherwerk dient zum Transporte des Mehls, des Getreides, des Sandes und Kieses (bei den Baggermaschinen) und des „Tropfens" der Mauermasse, des Ziegelsteins, ebensowol als zum Transporte des Wassers und sonstiger Flüssigkeiten. Das Schneckenwerk wird beim Transporte von Flüssigkeiten zur sogenannten Wasserschraube oder archimedischen Schraube und statt des Becherwerks wird auch wol das Paternosterwerk angewendet. Hieran schließt sich das Kettenkolbenwerk oder die Kettenpumpe, welche aus einer über zwei vertical entfernt voneinander angebrachten Räder geführten Kette, aus mehrern hiermit verbundenen Kolben und einer Röhre besteht, an deren Wandung die mit der Kette bewegten Kolben sich anschließen.

Jedoch meistens und namentlich zum Zwecke des Transportes in weitere Entfernungen werden die Transportmaschinen für Flüssigkeiten aus Röhrenleitungen und aus einem Mechanismus zusammengesetzt, welcher die Flüssigkeit durch Aussaugen aus der Röhrenleitung oder durch Einpressen in dieselbe in Bewegung bringt. Auch in dieser Form haben die Transportmaschinen für feste Körper Verwandtes mit denen für flüssige. Denn auch in Röhrenleitungen werden feste Körper (Packete, Blechkapseln, Wagen) mittels des Luftdrucks transportirt.

Diese Mechanismen werden Pumpen genannt und bestehen entweder aus einem in dem Pumpenstiefel oder Pumpencylinder hin- und herbewegten Kolben und aus Ventilen, oder aus in einem Gehäuse rasch umgedrehten Schaufeln, beziehentlich aus sogenannten Kapselrädern, oder endlich aus einem Röhrensystem von solcher Anordnung, daß vermöge einer eigenthümlichen hydraulischen Wirkungsweise die zu bewegende Flüssigkeit durch einen bewegten Flüssigkeitsstrahl in die den Transport vermittelnde Röhrenleitung gepreßt oder eingesogen wird, weshalb dieser Mechanismus Strahlpumpe oder Injector, beziehentlich Ejector heißt.

1. Kolbenpumpen.

Die Wirkungsweise dieser Pumpen ist aus folgender Beschreibung bei Betrachtung der Fig. 12 auf Taf. 19 zu erkennen:

Wenn der Kolben K mittels der daran befestigten Kolbenstange im Pumpencylinder nach aufwärts bewegt ist, nachdem er dicht über dem Boden des letztern gestanden hatte, so hat sich, völlig dichten Schluß zwischen Kolben und Cylinderwandung vorausgesetzt, in dem Raume O unter dem Kolben ein luftverdünnter, beziehentlich absolut leerer Raum gebildet. In diesen Raum wird vermöge des atmosphärischen Drucks, welcher auf allen terrestrischen Gegenständen und so auch auf dem Wasserspiegel des bei A stehenden Gefäßes lastet, das Wasser in das Saugrohr bei A und von hier aus in den Raum O gedrückt. In dem Maße, als der Kolben fortbewegt wird, wird das Wasser beständig von außen nachgedrückt und demnach

der Pumpencylinder mehr und mehr damit angefüllt. Ist der Kolben oben bei B angelangt, so ist der Pumpencylinder gänzlich gefüllt. Alsdann wird die Bewegung umgekehrt; es öffnet sich vermöge des durch das Niederdrücken des Kolbens verursachten Wasserdrucks das im Kolben angebrachte Kolbenventil W und läßt den Inhalt des Cylinders nach und nach über den Kolben treten. Zur Erzielung dieser Wirkung ist jedoch ein zweites, im Boden des Cylinders angebrachtes Ventil, das Saugventil, erforderlich, welches beim Niedergehen des Kolbens sich schließt und das Zurückfallen des Wassers aus dem Cylinder in das Saugrohr verhindert. Nachdem der Kolben bis auf den Boden des Cylinders niedergedrückt ist und zum zweiten male gehoben wird, wird der Raum unter demselben abermals gefüllt und der Raum über demselben allmählich durch Abfluß bei B entleert, da das Kolbenventil W, welches beim ersten Hube durch den auf ihm lastenden Luftdruck geschlossen blieb, beim abermaligen Wechsel der Bewegungsrichtung sowol durch den Luftdruck als durch den obern Wasserdruck geschlossen wird. Setzt man in dieser Weise das Spiel der Bewegung fort, so wird nach und nach eine größere Wassermasse gehoben oder, allgemeiner gesprochen, transportirt. Das Gelingen dieser Wirkungsweise hat jedoch das Innehalten gewisser Höhenverhältnisse zur nothwendigen Voraussetzung. Der Druck der Atmosphäre ist nicht größer, als daß er in einem völlig dicht schließenden und absolut leeren Gefäße das Wasser höher als 10 Meter höbe, ebenso wie er das Quecksilber (in einem Barometer) nicht höher als 76 Centimeter hebt. Daher darf die ganze Höhe $h_0 + O + S$ keinenfalls höher als 10 Meter sein. Uebrigens aber muß bei Beginn der Benutzung der Pumpe zunächst die im Saugrohre befindliche Luft ausgepumpt werden, was mit Hülfe des Pumpenkolbens und des Saugventils selbst geschieht, oder es muß nach vorgängiger Verstopfung des untern Theils des Saugrohrs die Pumpe sammt Saugrohr von oben her mit Wasser gefüllt werden, wodurch ebenfalls die Luft ausgetrieben wird.

Diese Pumpe wird, weil sie das Wasser (scheinbar) ansaugt, Saugpumpe genannt. Sie wird zur Hubpumpe, wenn der Pumpencylinder nach oben wesentlich verlängert, oder wenn derselbe mittels Deckels oben geschlossen und alsdann bei B mit einem nach aufwärts geleiteten Rohre versehen wird.

Anstatt daß das Ventil W im Kolben angebracht wird, kann es für den letztangeführten Zweck auch neben dem Saugventile in dem in diesem Falle vom Boden des Cylinders ausgehenden Hubrohre angeordnet werden. Es entsteht auf diese Weise die einfach wirkende Hubpumpe, und durch wiederholte Anbringung zweier Ventile am obern Theile des Cylinders die doppelt wirkende Hubpumpe.

An Stelle eines dicht an die Wandungen des Cylinders oder Stiefels anschließenden Kolbens kann auch ein Kolben, welcher, ohne die Cylinderwandungen zu berühren, nur in den Wassergehalt des Cylinders eintaucht und das Wasser verdrängt, angewendet werden. Ein solcher Kolben wird Taucherkolben oder Plungerkolben oder auch Mönchskolben genannt und muß, wie Fig. 6, Taf. 19 zeigt, durch eine ihn fest umschließende Stopfbüchse in den Cylinder geführt sein. Die Wirkungsweise einer derartigen Pumpe stimmt mit derjenigen einer vorhin beschriebenen einfachen Hubpumpe fast völlig überein. Diese Pumpe eignet sich jedoch weniger zum Saugen als zum Heben und noch mehr zum Einpressen oder Drücken des Wassers und wird daher nebst der Bezeichnung Mönchspumpe oder Plungerkolbenpumpe oder Druckpumpe genannt.

Eine Combination des Tauchers [illegible] Fig. 12, Taf. 19 beschriebenen [illegible] einer in Fig. 9, Taf. 21 im Durchschnitt [illegible] pelt wirkenden Pumpe, welche Tiff[illegible] heißt und welche in dieser bestimmten [illegible] berliner Wasserwerken als Filterpumpe [illegible] Transport des zu klärenden Wasser[illegible] ter verwendet wird. Wegen der [illegible] sionen dieser Pumpe hat der in der [illegible] befindliche Saugkolben eine von den [illegible] nen Ventilkolben abweichende Form, [illegible] gen-Kolben, d. h. er besteht, [illegible] Figur unmittelbar unter ihm [illegible] aus Etagen und zwar aus dem [illegible] jede ein horizontales ringförmiges [illegible] lage für die aus Kautschuk [illegible] klappen enthält. Beim Aufgang [illegible] wird die ganze pro Hin- und Hergang [illegible] menge gesaugt und gleichzeitig [illegible] welche in dem von dem (hier [illegible] und dem Cylinder gebildeten [illegible] befindlich ist, gehoben; beim Niedergang [illegible] durch den Ventilkolben dringenden [illegible] Theil gehoben, welcher in jenem [illegible] keinen Platz findet. Durch passende [illegible] gerkolben-Durchmessers kann der [illegible] Raum so groß hergestellt werden, [illegible] gerade die Hälfte von der ganzen [illegible] also bei Auf- und Niedergang [illegible] fördert wird. Uebrigens ist auch [illegible] Hand) sichtbare Druckventil nicht [illegible] Klappe, sondern aus deren mehreren [illegible] gemäß der Annahme, daß das [illegible] tung der angegebenen Pfeile im [illegible] griffen sei, im geöffneten Zustande [illegible]

Die Ventile der Pumpen, welche [illegible] tionsformen von kleinern Dimensionen [illegible] fachen Leder- oder Kautschukklappen [illegible] solider construirten Metallklappe [illegible] einen pilz-, kegel- oder kugelförmig [illegible] bilden, welcher von dem Wasser [illegible] oder auf den seiner Form genau [illegible] dicht schließend gedrückt wird, [illegible] tionsformen von größern Dimensionen [illegible] form und zwei Ventilsitze (Taf. [illegible] noch größer dimensionirte Pumpen [illegible] Fig. 9, Taf. 21, Etagenventile [illegible] schrägliegenden Klappen angewendet [illegible] wird die Anzahl der Etagen mit [illegible] mehr und mehr gesteigert, sodaß [illegible] ventil genannte Constructionsform [illegible] Taf. 20 im Durchschnitt abgebildet [illegible] sitzt. Dieses Ventil ist an einer [illegible] londoner Wasserwerks angebracht [illegible] men Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Meter [illegible] gesammten Ventils in viele selbst[illegible] oder die Zusammenfügung desselben [illegible] die mit dem sogenannten Schlag[illegible] bundenen erschütternden Stöße [illegible] zeitig den Uebelstand, daß ein [illegible] theil der Verunreinigung des [illegible] klemmen das gesammte Ventil [illegible] macht, dahin abmindern, daß [illegible] Einzelorgane unbrauchbar wird, [illegible] übrige Theil unbeeinträchtigt [illegible]

Auch Fig. 7, Taf. 19 stellt [illegible] gorie gehörige Constructionsform [illegible] Pumpen, sondern für Gel[illegible]

die genauere Beschreibung erst bei Be-
ser Maschinen erfolgen wird und hier
linkerhand von der Mittellinie der Figur
itt dargestellten Ventilkasten mit den aus
tarventilen bestehenden Saug- und Druck-
wiesen werden soll.
ı der Pumpen werden in der Regel bei
etriebe mit einer mittlern Geschwindig-
bis 0,3 Mt. in der Secunde bewegt,
ug- und Leitungsröhren erhalten eine
röße, daß unter jenen Umständen das
einer Geschwindigkeit von 0,8 bis 1,2
ließt. Bei größern Geschwindigkeiten
) den stattfindenden Wechsel der Bewe-
des Kolbens einerseits Stöße in den
andererseits Erschütterungen in den Röh-
entstehen, welche die Stabilität gefähr-
rartige auch bei den üblichen mäßigern
iten auftretende Erschütterungen zu ver-
t man die Windkessel an, d. h. kessel-
- oder cylinderförmige Gefäße, welche
eschlossen sind und bis zu drei Viertel ihres
in sich bergen, welche vermöge ihrer Ela-
loßenden Wasser ein weiches, federndes
etet. Solche Windkessel sind bei den auf
20 dargestellten Pumpenarten an ihrer
llung und an einem kuppelartigen obern
ıtlich. Dieselben werden für gewöhnlich
m Druckventile, also an der Druckleitung,
: auch vor dem Saugventile, also an
re angebracht; letzteres im Falle eines
es der Pumpe. Man unterscheidet da-
ınd Saugwindkessel.
en werden häufig in engem Anschluß an
nden Motoren, an Göpelwerke, Wasser-
ıen und Dampfmaschinen construirt.
Fig. 8 zeigt in dieser Beziehung eine
der Pumpe mit einem einfachen durch
bewegten Hebelwerke. Sie stellt den
ebauten Pumpenkasten mit vier Pumpen-
dem hinten angebrachten Windkessel und
elwerke dar, welches aus einer Schüttel-
befindlichen Pumpenhebeln und zwei zum
Mannschaft angeordneten Hebelverlän-
ı Kraftbehelfen, zusammengesetzt ist.
Fig. 13 zeigt die Combination einer
nem durch Thierkraft bewegten Göpel-
ı Blicke des Beschauers zunächst ist das
ıen hinabgesenkte Saugrohr dargestellt,
n Wagen ruhend, der Ventilkasten mit
efindlichen kastenförmigen Windkessel und
festigten beiden nebeneinanderliegenden
ern. Weiter hinten auf der Deichselseite
befindet sich der Göpel mit seinem Rä-
den die Pumpenkolben bewegenden Lenk-
ie mit seinen vier hölzernen Armen, an
ugthiere mittels Schwengel oder Ort-
ınt werden; obenauf ein Sitz für den

Fig. 4, 8 und 9 zeigen sehr engge-
binationen der Pumpe mit der Dampf-

ig. 9 dargestellte Species wird vorzugs-
eisen der Dampfkessel benutzt und ist so
ß sie an einer der Umfassungsmauern
ıesselhauses befestigt werden kann. Oben
er Dampfcylinder, unten der Pumpen-
eitlich der Windkessel. Die verlängerte
Dampfkolbenstange bildet den Taucher-
mpe.

Die in Fig. 8 dargestellte, von ihrem Erfinder sogenannte Universal-Dampfpumpe läßt hier vorn den Dampfcylinder mit dem Dampfzuleitungsrohre und hinten den mit dem Dampfcylinder zusammengegossenen Pumpenkörper, den Windkessel und das Druckrohr, sowie anderseitig im Hintergrunde das Saugrohr sehen; Pfeile deuten die Richtung des zufließenden und abfließenden Wassers an.

Durch Fig. 4 ist die Baumann'sche Dampfpumpe dargestellt, bei welcher der Pumpenkörper an dem daraufstehenden hohen cylindrischen Windkessel und den beiden viereckigen Deckeln der Ventilkasten kenntlich sein wird, während der Dampfcylinder rechterhand zu sehen ist.

Auch Fig. 11 auf Taf. 19 zeigt eine solche direct wirkende Pumpe, von dem Patentinhaber Specialpumpe getauft, oder vielmehr deren zwei, welche rechts und links von der Feuerthüre des zu ihnen gehörigen verticalen Dampfkessels auf der dem ganzen Bau gemeinschaftlichen massigen gußeisernen Fundamentplatte befestigt sind. Auch hier ist der Pumpencylinder von dem Dampfcylinder durch den auf ihm angebrachten urnenförmigen Windkessel und an seiner äußerlich kastenartigen Gestalt zu unterscheiden, welche er durch Anbringung des Ventilkastens erhalten hat. Die zur Befestigung des Saugrohrs dienende Flantsche ist unter dem Ventilkasten und die zur Befestigung des Druckrohrs bestimmte über demselben angebracht.

Alle die in Fig. 4, 8, 9 und 11 dargestellten Dampfpumpen sind Erfindungen neuern Datums und verzeitig sehr in Mode. Früher, aber zum Theil auch noch jetzt, wendete man bei derartigen Combinationen behufs Anbringung des für den Dampfcylinder erforderlichen Steuerungsmechanismus ein rotirendes Nebenglied an, bestehend aus einer Schwungradwelle mit Schwungrad und einem Kurbelmechanismus. Eine solche Constructionsform ist z. B. die in Fig. 10, Taf. 20 dargestellte Dampfpumpe von Wilson, bei welcher der Dampfcylinder mit dem massiven Schwungrade oben und der Pumpencylinder mit dem Ventilkasten und den für die Befestigung von Saug- und Druckrohr bestimmten Rohrstutzen unten angebracht ist.

In Fig. 4, Taf. 20 tritt dieses rotirende Nebenglied als ein rotirendes Zwischenglied auf, indem die alternirende Bewegung des Dampfkolbens zunächst auf die zwischen Dampfcylinder und Pumpenkörper angebrachte Schwungradwelle und von hier aus mittels zweier Lenkstangen auf den Pumpenkörper übertragen wird. Die Lenkstangen ergreifen zunächst einen Kreuzkopf, welcher von den hinten am Pumpencylinderdeckel angebrachten Geradführungen oder Geleisen in gerader Bahn erhalten wird, und an welchem die Kolbenstange der Pumpe befestigt ist. Der obenauf stehende hohe Windkessel mit einem Theil des Druckrohrs und ebenso das nach unten abgekrümmte Saugrohr treten in der Abbildung deutlich hervor, gleichfalls die an beiden Enden des Pumpencylinders angebrachten, mit horizontal liegenden Deckeln verschlossenen Ventilkasten.

Auch in Fig. 1, Taf. 19 ist ein rotirender Zwischenmechanismus angebracht, jedoch noch vermehrt um Räderwerke und Kurbelmechanismen. Die hier dargestellte Dampfpumpmaschine des shildoner Wasserwerks besteht aus einem pyramidenförmigen gußeisernen Gerüste, welches oben die Schwungradwelle mit zwei Schwungrädern und einem kleinen Zahnrade und unten auf seiner Fundamentplatte vorn und hinten je einen Dampfcylinder und an den vier Ecken je einen Pumpencylinder trägt. Das genannte kleine Zahn-

rad greift in zwei größere Zahnräder ein, welche auf zwei an den Enden mit je zwei Kurbeln versehenen Zwischenwellen sitzen und somit die von den Dampfcylindern ausgehende Bewegung mittels Lenkstangen auf die Pumpenkolben übertragen. Letztere sind hohle Mönchs- oder Taucherkolben. Durch die völlig symmetrische Anordnung sollen hervorragende Stabilität und ruhiger Gang erzielt werden. Die Anwendung mehrerer Pumpenstiefel sichert diesen ruhigen Gang schon an und für sich, namentlich wenn, wie hier, sämmtliche Kurbeln gegeneinander verstellt sind, sodaß jede derselben zu einer andern Zeit, als die andern, den todten Punkt passirt. Vor Erfindung des Windkessels war diese Anordnung die einzig mögliche bei größern Wasserwerken, und die berühmten Wasserkünste zu Versailles konnten erst im Betrieb genommen werden, nachdem die ursprünglich großen und ohne Windkessel aufgestellten Pumpen durch eine sehr beträchtliche Anzahl verhältnißmäßig kleiner Exemplare mit verstellten Kurbeln ersetzt waren. Schon bei Anordnung von drei derartigen Pumpenstiefeln hält man den Windkessel für überflüssig. In vorliegendem Falle ist daher auch kein solcher angewendet, und zwar um so weniger, als das Vorhandensein des Räderwerks den Gang der Pumpenkolben im Verhältniß zu demjenigen des Dampfkolbens sehr verlangsamt und dadurch stoßlos macht.

Bei den durch Fig. 2 und 14 auf Taf. 19 dargestellten größern Dampfpumpmaschinen tritt der rotirende Mechanismus abermals als Nebenglied auf, indem die Stange des Pumpenkolbens einfach die Verlängerung der Stange des Dampfkolbens bildet, und die mit dem Schwungrade armirte Schwungradwelle nicht die Bewegung jener beiden Kolben vermittelt, sondern nur zur Sicherung der Vollhubigkeit dieser Kolben und des Ganges der Steuerung des Dampfkolbens angebracht ist.

In Fig. 2 befindet sich die Pumpe vertical unterhalb des Dampfcylinders (linkerhand der Zeichnung), in Fig. 14 horizontal vor demselben. Die erstere dieser Anordnung macht eine Balancier-Dampfmaschine nöthig, die letztere reicht mit einer liegenden Dampfmaschine aus. Fig. 2 zeigt diesen Balancier an ihrem höchsten Punkte. Derselbe ist von zwei pyramidalen Gerüsten getragen und von einer zur Erleichterung des Controlirens und Schmierens der oben befindlichen Maschinentheile angebrachten, besteigbaren Galerie umgeben. In der Mitte unter den horizontalen Trägern zeigt sich der Condensator, rechterhand der cylindrische Windkessel und zwischen letzterm und dem Gerüste die Lenkstange mit der Kurbel, der Schwungradwelle und dem Schwungrade.

Während Fig. 2 nur am untern Theile und obenein partiell im Durchschnitt dargestellt ist, legt Fig. 14 einen völligen Durchschnitt vor Augen.

In der Mitte befindet sich der Dampfcylinder mit dem in mittlerer Lage dargestellten Kolben und mit seinen hohlen Deckeln; links davon unter der eisernen Fundamentplatte zeigt sich der Condensator mit der Kaltwasser- und der Luftpumpe, welche beide als Kolben die auf Taf. 21, Fig. 9 beschriebene Combination von Taucher- und Ventilkolben haben. Noch weiter zur Linken ist das Schwungrad mit Welle, Kurbel und Lenkstange erkennbar und zur äußersten Rechten befindet sich die eigentliche Pumpe. Dieselbe hat unter ihrem Cylinder zwei Saug- und über demselben zwei Druckventile; sie ist doppeltwirkend. Die Ventile, welche rechterhand nicht gezeichnet sind, haben die Doppelsitz-Construction. Es ist in der unten sichtbaren Saugleitung ein Saugwindkessel und oben auf dem Pumpenstiefel ein Druckwindkessel, ein dem aber noch, gemeinschaftlich für zwei Pumpen, ein größerer, hinter der Pumpe sichtbarer Windkessel angebracht, welcher in Wirklichkeit eine bedeutendere Höhe hat, als hier wegen Raummangels gezeichnet wurde.

Durch vorstehende Darlegung könnte die Ansicht erweckt werden, als ob mit Weglassung der vorhin erwähnten rotirenden Zwischen- oder Rebenmechanismen nur die Pumpen kleinern Kalibers entbehrlich seien. Diese Ansicht wäre jedoch irrig; denn gerade bei den allergrößten Dampfpumpmaschinen kommen diese rotirenden Mechanismen in Wegfall. Die ersten der für die sogenannte Wasserhaltung des Bergbaues errichteten Dampfpumpmaschinen, welchen der historische Vortritt vor allen Dampfmaschinen gebührt und welche zu den gigantischsten Maschinen überhaupt zählen, haben keine rotirenden Bestandtheile, ebenso auch viele auf den Stammanlagen unserer modernen städtischen Wasserwerke aufgestellten Dampfpumpmaschinen verrichten ihre regelmäßige Function ohne rotirende Massen. Man ist sogar noch immer im Zweifel, ob nicht die Weglassung der rotirenden Massen zweckmäßiger sei, und die Frage, ob nicht der Nachtheil des Vorhandenseins dieser Massen und jener rigen Mechanismen hinsichtlich der Sicherung des ruhigen und genau abgegrenzten Ganges mit dem Nachtheile in wirthschaftlicher Beziehung des vermehrten Dampf- oder Kohlenverbrauchs erkauft werden müsse, gehört zu den unentschiedenen Fragen.

Zu den kleinsten Sorten von Pumpen zählen die den hydraulischen Pressen angeordneten (Taf. 19, Fig. 10). Dieselben sind so klein, daß, wie der Figur den auf dem linkerhand dargestellten Pumpenstiefel mit Führungsbügel und Druckhebel ausgerüsteten Pumpen zeigen, die Taucherkolben derselben einen größern Durchmesser als deren Kolbenstangen haben, welche nach aufwärts in gleicher Dicke behufs der Kraftübertragung verlängert sind. Die Figur stellt links gens linkerhand das Preßgerüst mit dem darin befindlichen Preßcylinder und dem aus letzterm hervorragenden mit Druckplatte versehenen Preßkolben dar. Auch ist das das Preßwasser leitende Verbindungsrohr zwischen Preßcylinder und Pumpenstiefeln, ferner über dem Boden liegend, sichtbar und ebenso über diesem Rohre stehendes Quecksilbermanometer, welches den entwickelten Wasserdruck anzeigt.

2. Centrifugalpumpen, Rotationspumpen und Kapselpumpen.

Wie die Construction der Kolbenpumpe aus dem Bauart des einfachen Schöpfeimers hergeleitet werden kann, der in seinem Boden ein Ventil angebracht hält, bis zu einer Röhre verlängert und in der Gestalt auf und nieder bewegt wird, so läßt sich aus das Schöpfrad, welches die Constructionsform eines Wasserrades hat, jedoch in umgekehrter Weise dieses wirksam wird, aus dem Schöpfeimer entwickeln betrachten, der in mehrern Exemplaren an dem Umfange eines in Umdrehung versetzten und mit einem untern Theile in das zu hebende Wasser tauchenden Rades angebracht ist. Die Schöpfräder werden zu Murfrädern, wenn die das Wasser schöpfenden zellenartigen Bestandtheile schaufelartig flach begrenzt werden und wenn das an einem untern Theile seines Umfangs mit einem Gerinne versehene oder von einem Gehäuse eingeschlossene Rad in raschen Umdrehung versetzt wird.

Läßt man ein solches mit Schaufeln ausgerüstetes

ıicht nur mit einem Theile seines Umfangs, ıngslich in das Wasser eintauchen, umgibt ıit einem bis auf eine centrale Oeffnung ıloſſenen Gehäuſe und bringt an dem Um- s Gehäuſes ein nach aufwärts geleitetes so kann man durch sehr raſches Umdrehen Waſſer in dem genannten Rohre in die en, indem vermöge der heftigen Rotation nglich in das Gehäuſe eingedrungene Waſ- erisch fortgeſchleudert und ſomit in das getrieben wird, während neues Waſſer durch löſſnung nachfließt. Aus einer derartigen entſteht diejenige Conſtructionsform, welche gal- oder Kreiſelpumpe genannt wird. der äußerſt raſchen Umdrehung, welche man Pumpen dem Schaufelrade erbeilt, können ſionen derſelben für die gleichen Zwecke, ie Förderung der gleichen Waſſermenge be- ringer als bei den relativ langſam umge- arf- und Schöpfrädern ſein, weshalb denn nſchaffungskoſten derſelben beträchtlich ge- die der letztern ſind, dagegen deren Wir- und demnach der Betriebsaufwand ungün- ezifiert.

ıufeln werden meiſtens gekrümmt hergeſtellt n in ihrem noch nicht gekrümmten Zuſtande tige, trapezförmige oder noch anders ge- talt. Das Schaufelrad wird liegend oder ſo beziehentlich um eine verticale oder eine Achſe drehbar angeordnet.

Fig. 2 ſtellt eine Pumpe von Ferry mit lie- de, alſo mit verticaler Achſe dar. Das em daſſelbe umſchließenden Gehäuſe wird Waſſer geſtellt, welches durch die oben ı ſichtbaren Leitſchaufeln einfließt und durch aufwärts gebogene Steigrohr fortgeleitet

h durch die raſche Umdrehung der Schau- ıur das Waſſer gegen die Peripherie des ınd in das hier angebrachte Rohr geſchleu- ern auch in der Umgebung der Achſe ein ter Raum gebildet wird, ſo kann eine Cen- pe auch ſaugend wirken und verſtattet da- ringung eines im Centrum einmündenden und eine Aufſtellung über Waſſer.

artige Einrichtung und Aufſtellung iſt ſo- che. Ein Beiſpiel hierzu zeigt Fig. 13 auf lche die Gwynne'ſche Pumpe mit ſteben- elrade und demnach mit horizontaler Achſe e vorn und hinten behufs hermetiſchen Ab- s Gehäuſes durch eine Stopfbüchſe dringt ittels einer vorn ſichtbaren kleinen Riemen- Umdrehung verſetzt wird. Das Waſſer durch das vom Boden bis zur Mitte rei- ſtartig geſtaltete Rohr angeſaugt und durch an der Peripherie befindliche und an einer ſche erkennbare Rohr, beziehentlich vermit- in daſſelbe angeſchraubten Röhrenleitung

Fig. 3 zeigt eine ähnliche, wiewol mit abweichend conſtruirten Schaufelrade con- pe von Schiele, welche mit einer liegen- t auf eine ſcheibenförmige Kurbel und eine armirte Kurbelwelle wirkenden Dampf- conſtructive Verbindung gebracht und hier ar hinten ſichtbar iſt. Und Fig. 9 auf igt eine ſogenannte Schneckenhaus- elche von einer kleinen verticalen Dampf- oben angebrachtem Dampfcylinder direct

Die Schaufeln erhalten auch eine ſchraubenförmige Geſtalt, oder das Rad geht in eine völlige Schraube über, oder wird endlich aus Röhren zuſammengeſetzt, welche ſchraubenförmig gewunden ſind.

In allen dieſen Conſtructionsformen beſteht jedoch ein Zwiſchenraum zwiſchen dem Rade und dem Gehäuſe, ſodaß im Ruhezuſtande, ſofern nicht Ventile angewendet werden, ein Rückfluß des Waſſers durch dieſen Zwiſchenraum ſtattfindet, und bei bedeutender Druckhöhe auch während des Ganges ſo viel Waſſer zurückfließt, als von den Schaufeln in die Höhe getrieben wird, mithin gar keine Waſſerförderung erfolgt. Dieſe Centrifugalpumpen und Schraubenpumpen ſind daher nur innerhalb gewiſſer Grenzen hinſichtlich der Druck- oder Hubhöhe anwendbar und haben mit zunehmender Druckhöhe einen beſtändig kleiner werdenden Wirkungsgrad, ſodaß ihre Anwendung nur für geringe Förderhöhen zweckmäßig iſt.

Dem beregten Uebelſtande zu begegnen, hat man Conſtructionen hergeſtellt, bei welchen die Schaufeln, oder allgemeiner geſprochen die Umfänge der eigenthümlich geformten Räder oder rotirenden Kolben die innern Gehäuſewandungen in engem Anſchluſſe berühren, und nennt dieſe Conſtructionsarten Rotationspumpen.

Eine Vorſtellung von der innern Einrichtung derſelben verſchaffen die in Fig. 3, in Fig. 7 und Fig. 11 auf Taf. 30 dargeſtellten Rotations-Dampfmaſchinen.

Auch werden, wie Fig. 6 und 7 auf Taf. 20 vor Augen legen, anſtatt eines einzigen Rades oder eines einzigen rotirenden Körpers deren zwei in einem Gehäuſe angebracht, ſodaß, allgemein geſprochen, die Kapſelräder-Conſtruction entſteht. Die Wirkungsweiſe derſelben iſt zu erkennen, wenn man ſich die Räder in der Richtung der in Fig. 7 eingezeichneten Pfeile mittels zweier äußerlich auf deren Achſen angebrachten Zahnräder umgedreht denkt und beachtet, daß der unten ſichtbare Rohrſtutzen zum Anſchluß an das Saugrohr und der obere zum Anſchluß an das Druckrohr beſtimmt iſt. Durch die bezeichnete Drehung der Räder wird der unmittelbar über der Saugöffnung befindliche innere Raum erweitert, hierdurch anfänglich eine Luftverdünnung und ein Eindringen von Waſſer verurſacht; dieſes Waſſer wird von den nachfolgenden Zähnen der Räder ergriffen und in der Richtung der Pfeile gehoben; durch die im weitern Verlaufe der Umdrehung folgende Zahnlücke wird abermals eine Vergrößerung jenes Raums bewirkt, abermals eine neue Quantität Waſſer angeſaugt und auf dieſe Weiſe das Spiel fortgeſetzt, ſodaß ſchließlich ein Waſſerſtrahl continuirlich unten zum Zufluß und oben zum Abfluß gebracht wird.

Aehnlich iſt die Wirkungsweiſe der in Fig. 6 auf Taf. 20 dargeſtellten Pumpe von Behrens, welche das Saug- und Druckrohr zur Linken und zur Rechten aufnimmt und ebenfalls durch zwei äußerlich angebrachte Zahnräder bewegt wird.

Auch gibt es derartige Pumpen, bei denen die innern Rotationskörper genau die Form von Zahnrädern haben und wie dieſe ineinandergreifend einander bewegen, ſodaß der Eindruck erweckt wird, als ob in Fig. 6 oder 7 die innern rotirenden Körper einfach in Wegfall gebracht und an deren Stelle die äußerlich vorhandenen Zahnräder verlegt wären. Eine dieſer Conſtruction ähnliche Bauart hat ſogar den hiſtoriſchen Vortritt vor allen andern Kapſelrad-Pumpen, nämlich die aus der Zeit des Dreißigjährigen Kriegs ſtammende ſogenannte „Pappenheimiania“.

3. Strahlpumpen, Injectoren und Ejectoren.

Wenn ein Wasserstrahl in ein Rohr zum Ausfluß gebracht wird, welches weiter ist als der Querschnitt des Strahls, jedoch nicht so viel weiter, als daß nicht in einiger Entfernung von der Ausflußöffnung ein Anschluß des ausgeflossenen Wassers an die Wandungen des Rohrs stattfände, so bildet sich zwischen dem Strahle und den Rohrwandungen ein luftverdünnter Raum, sofern das Rohr an dieser Stelle allseitig geschlossen und dicht ist. Wird jedoch an dieser Stelle in dem Rohre eine Oeffnung angebracht, so findet ein Ansaugen von Luft statt, d. h. der äußere Atmosphärendruck preßt beständig Luft ein, welche von dem Wasser mit fortgerissen wird. Und bringt man an derselben Stelle ein Rohr an, welches in eine tiefer befindliche Wassermasse eintaucht, so wird von dieser Masse eine Quantität Wasser angesaugt, oder, genauer gesprochen, ebenfalls von dem äußern Atmosphärendrucke eingepreßt und von dem Wasserstrahl mitgenommen.

Auf dieser hinsichtlich ihrer ursachlichen Entstehung mit den Lehren der Mechanik und den empirischen Gesetzen der Hydraulik nachweisbaren Erscheinung beruht die Construction und Wirkungsweise der sogenannten Strahlpumpen.

Es ist nicht erforderlich, daß der motorische Strahl ein Wasserstrahl sei, ebenso wenig wie es nöthig ist, daß die angesaugte Masse einer bestimmten tropfbaren oder gasförmigen Flüssigkeitsart angehöre. Vielmehr kann jede beliebige tropfbare Flüssigkeit, Dampfart oder Gasart sowol den Rang des motorischen Strahls als die Stelle der bewegten Masse einnehmen, sodaß eine große Anzahl von aus entsprechenden diesfälligen Combinationen hervorgehenden Constructionen möglich ist und in neuerer Zeit zur Ausführung gebracht wurde.

Das auf den Hüttenwerken als Gebläse- oder Wetternmaschine verwendete Wassertrommelgebläse, in welchem der motorische Strahl Wasser und das angesaugte, beziehentlich comprimirte Fluidum Luft ist, möchte wol die älteste derartige Vorrichtung sein.

Hervorragendes Aufsehen unter den Technikern hat jedoch, namentlich wegen seiner eigenthümlichen Verwendbarkeit zum Speisen der Dampfkessel derjenige nach diesem Princip construirte Apparat erweckt, welcher in der neuern Zeit (1857) erfunden wurde und nach seinem Erfinder der Giffard'schen Injector genannt wird. Dieser Apparat ist auf Taf. 29 in Fig. 10 dargestellt und zwar in einem horizontalen Längsdurchschnitte.

Der motorische Strahl ist hier Dampf, welcher mittels eines Rohrs durch den am weitesten nach rechts angebrachten seitlichen Rohrstutzen zugeleitet wird. Die angesaugte Flüssigkeit, welche mittels eines nach abwärts geleiteten Rohrs durch den andererseits in der Mitte angebrachten Stutzen einfließt, ist Wasser. Dieses Wasser condensirt, verdichtet, den Dampf und wird von dem aus dieser Condensation hervorgegangenen Wasser in die in der Längenachse des Apparats angeordnete konische Verjüngung mitgerissen, aus welcher das Gemisch in eine ebenfalls in der Längenachse angeordnete und in nur geringem Abstande von der erstern sich fortsetzende Röhre übertritt und durch dieselbe nach Aufdrückung eines linkerhand angebrachten Tellerventils in den Dampfkessel gelangt, welchem selbst der motorische Dampf entnommen wird.

Die Abbildung läßt rechterhand zwei mittels Griff und Handrad verstellbare Schrauben erkennen. Mittels der erstern kann ein hohler, an seinem linken Ende sich konisch zuspitzender cylindrischer Bestandtheil in der Achsenrichtung verschoben werden, der andern mit Handrad versehenen ist ein Hohlcylinder angebrachte, ebenfalls [illegible] Spindel verstellbar. Mit Hülfe dieser Richtung wird die Dicke des austretenden Strahls und der Zufluß des Dampfes [illegible] cher in den Hohlcylinder durch eine [illegible] dessen Wandungen angebrachter Löcher [illegible] am weitesten nach links befindliche [illegible] dient zum Abführen des bei ungenügendem [illegible] seitlich entweichenden Wassers.

Das Gelingen der Wirkungsweise [illegible] dung halten, den Dampfstrahl condensirend [illegible] zur maßgebenden Voraussetzung und [illegible] wenn die Temperatur des angesaugten [illegible] 40° beträgt. Der beim Uebertritt von [illegible] ten konischen Verjüngung in der vor den [illegible] stutzen befindlichen Röhre betrachtete [illegible] misches erscheint milchig getrübt, [illegible] das Aussehen eines feststehenden [illegible] stabes.

Diese und ähnliche eigenthümliche [illegible] und namentlich der auffällige, in der [illegible] des Dampfes und dem innern Verbrauch [illegible] beruhende Umstand, daß die Einspritzung [illegible] saugten Wassers in denselben Kessel [illegible] der motorische Dampf entnommen wird, [illegible] diesem Giffard'schen Injector die höchste [illegible] Neuerdings ist eine Unzahl von Abänderungen [illegible] besserungen und Vereinfachungen entworfen [illegible] hier dargestellte Exemplar ist etwas [illegible] Original construirt; für einen der [illegible] besten gilt der Krauß'sche Injector, welcher [illegible] einzige der oben beschriebenen Regulirungen an sich trägt, und in gleicher [illegible] vorzüglich erfundene Apparat das Sig[illegible] findung einer beträchtlichen Anzahl [illegible] dere Sonderzwecke geeigneter, aber [illegible] Principe beruhender Strahlpumpen [illegible] gebotene enge Raum verstattet jedoch [illegible] res Eingehen auf diese neuern Formen, [illegible] nur der Ejector erwähnt sein mag, welcher [illegible] eines aus dem Abgangsdampfe der [illegible] bestehenden motorischen Strahls das [illegible] zum Behufe der Condensation dieses [illegible] und der daraus hervorgehenden Bildung [illegible] Raums anzusaugen hat.

4. Feuerspritzen, Bewässerungs- und Besprengungsapparate.

Die bereits theilweise als eine [illegible] Pumpe mit einer motorischen Maschine [illegible] Fig. 8 auf Taf. 20 schließt noch eine [illegible] nation in sich, nämlich die der Wa[illegible] schine, der Pumpe, mit einer andern [illegible] schine, mit einem Fahrzeuge. Diese [illegible] tion von Transportmaschinen mit [illegible] dem zum unmittelbaren Angreifen [illegible] eigneten Mechanismus wird meistens [illegible] des Wassers und der Pumpe an den [illegible] denfeuers und zum weitern Transporte [illegible] mittels einer schlauchartigen Röhrenleitung [illegible] Brandstelle verwendet; sie ist die [illegible] spritze.

Fig. 3 auf Taf. 20 stellt die sog[illegible] feuerspritze dar, also eine Com[illegible] sammt schlauchartiger Röhrenleitung [illegible] zeuge und einer Dampfmaschine. [illegible] gen unter dem Kutschersitze ist die [illegible] seitwärts erkennbaren Windkessel [illegible]

maschine mit ihrem verticalen Kessel und
tbarem Schornsteine. In der Mitte des Wa-
ine Anzahl von Schläuchen und zwischen
nd dem Kutscherbocke ein Kasten zur Auf-
von Werkzeugen und Utensilien angeord-
größern Städten wird der Kessel einer sol-
fspritze auf die telegraphische Anzeige vom
eines Feuers sofort mit vorräthig gehalte-
Wasser gefüllt und angeheizt, sodaß sich
end der Fahrt nach der Feuerstelle der mo-
mpf entwickeln kann.

Feuerspritzen ist nicht nur der Transport
s an die brennende Stelle, sondern auch
itung desselben über dieselbe Bedingniß, was
ckelung eines Strahls bewirkt wird, welcher
den Zweck erreichen läßt, dem Orte der
gesicherterer Entfernung beikommen zu
das Wasser auch durch Stoß und somit
zerstörend auf die in Brand gerathenen
zur Einwirkung zu bringen. Zur Entwicke-
gleichmäßigen Strahls ist namentlich bei
venarten das Vorhandensein eines Wind-
wendiges Erforderniß.

ines eine leichtere und aus größerer Ent-
führbare Verbreitung des transportirten Was-
nden Strahls wirksam zu werden, diese
ht man auch mit manchen Bewässerungs-
ngungsvorrichtungen zu lösen, wenn deren
ise über die einfache Wirkungsweise einer
oder eines mit Brause versehenen fahrba-
fasses hinausgehen soll. Eine in einen
gesetzte Pumpe mit Schlauch und strahl-
Mundstücke ist der Anfang zu einer der-
esserung. Neuerdings stellt man jedoch, wie
Fig. 5 zeigt, eine Combination her zwischen
aren und mit strahlbildendem Mundstücke
Schlauche und der Pumpmaschine des städ-
erwerks, indem man besagten, auf einer
versehenen Trommel mittels des Fahreus
wickelbaren Schlauch mit einem der soge-
branten der Wasserleitung durch Verschrau-
indung bringt.

maschinen für luftförmige Körper.

(Tafel 20 und 21.)

davon, daß der Transport von Luft aus-
(für unterirdische oder unterseeische Zwecke)
ien Behältern mit Anwendung von Fahr-
kt wird, entsteht das Verlangen nach einem
der uns überall umgebenden und überall
atmosphärischen Luft in den Fällen, wenn
ner Raum völlig oder theilweise von Luft
reichlicher und dichter, als es ohne An-
nstlicher Mittel möglich ist, mit Luft ge-
soll, und wenn die Fortschaffung unrein
und die Herbeischaffung reiner Luft oder
ng von Gasen und Dämpfen mittels der
wird.

l, dessen man sich in allen diesen Fällen
en bedient, beruht auf der Anbringung
fangs- und Endpunkte des Transport-
benden Röhren- oder Kanalleitung und
orbringung einer Luftverdünnung an den
ndpunkten, oder einer Luftverdichtung an
en Anfangspunkten, beziehentlich sowol
dünnung als einer Luftverdichtung an
stelle innerhalb der bezeichneten Röhren-
tung.

nsportirende Luft wird nach dem Orte
fungsvermiderung verknüpften Luftver-
dünnung vermöge des atmosphärischen Drucks bewegt, und von dem Orte der mit Pressungsvermehrung verknüpften Luftverdichtung nach den Endpunkten des Transportwegs vermöge dieser Pressungsvermehrung getrieben.

Außer verschiedenen zur Hervorbringung solcher Luftverdünnungen und Luftverdichtungen angewendeten Mitteln, als der in Verbindung mit einer besonders zu diesem Zwecke geeigneten Anordnung und Lage der Leitungskanäle gebrachten Wirkung der Wärme (Ventilationsschachte, Schornsteine oder Essen) und als etlicher hydraulischer Vorrichtungen (Kettentrommelgebläse, Cagniardellen), benutzt man zu diesem Zwecke Maschinen, welche mit den für den Transport der tropfbaren Flüssigkeiten bestimmten sehr viel constructive Aehnlichkeit haben.

Da übrigens die bezeichnete Luftverdichtung und Luftverdünnung nicht nur zum Zwecke des Transportes, sondern auch zur Verrichtung etlicher technischer Operationen mittels dieser Maschinen bewirkt wird, so sind dieselben nicht nur zu den Transport-, sondern auch zu den Arbeitsmaschinen zu zählen.

1. Gebläse.

Diejenigen dieser Maschinen, welche in nächster constructiver Verwandtschaft zu den Kolbenpumpen stehen, sind die Cylindergebläse.

Auf Taf. 20 stellt Fig. 1 ein solches mit zwei stehenden Cylindern in Verbindung mit dem dasselbe bewegenden Wasserrade dar. Fig. 2 auf Taf. 20 zeigt dagegen ein solches mit einem liegenden Cylinder in Verbindung mit der dasselbe bewegenden Dampfmaschine.

Der eine im Durchschnitt dargestellte Cylinder der Fig. 1 läßt erkennen, daß, wie bei den doppeltwirkenden Pumpen so auch bei diesem doppeltwirkenden Gebläse, ein Scheibenkolben in dem feststehenden Cylinder hin- und herbewegt, und daß hierdurch bald auf der einen, bald auf der andern Seite des Kolbens mit Hülfe angebrachter Saug- und Druckventile (Blaseventile) eine Luftverdünnung und eine Luftverdichtung bewirkt wird. Infolge der erstern findet ein Einfließen der äußern Luft vermöge des atmosphärischen Drucks durch die Saugventile in den Cylinder statt, infolge der letztern wird die eingeflossene Luft durch die Druckventile in die Röhrenleitung gepreßt. Diese mitten zwischen beiden Cylindern angeordnete Röhrenleitung ist hier halb im Durchschnitt dargestellt und steht mit denselben sowol oben als unten in Verbindung.

Ebenso wie eine unmittelbar in das zu transportirende Wasser gestellte Pumpe eines Saugrohrs nicht benöthigen würde, so weist auch dieses an den Ort, wo die Luft aufgefangen werden soll, errichtete Gebläse eine Saugleitung nicht auf. Die Saugventile sind vielmehr (wie der nicht durchschnitten dargestellte Cylinder zeigt) unmittelbar im Deckel und im Boden angebracht, eine Anordnung, welche bei den Gebläsen meistentheils angetroffen wird. Auch die Druckventile befinden sich hier (durchschnittener Cylinder) in den Deckeln und den Böden. Diese Anordnung, ebenso wie diejenige der Saugventile, erfordert die Anwendung von mit Gegengewichten versehenen und in der Abbildung erkennbaren Doppelhebeln, welche auf den Zuschluß der Ventile hinwirken.

Uebrigens ist in der Fig. 1 das oberschlägige Wasserrad und der Kurbelmechanismus zu erkennen, welcher die rotirende Bewegung des Rades umzuwandeln und zu transmittiren hat. Die Doppelexistenz der Cylinder hat den Zweck, ein gleichförmiges Einströmen der Luft in die Gebläseleitung (Windleitung) bewirken

zu lassen, zu welchem Zwecke jedoch außerdem noch die Kurbeln gegeneinander verstellt sein müssen.

In Fig. 2 auf Taf. 20 ist der Gebläsecylinder linkerhand, der Dampfcylinder in der Mitte und die Kurbel mit Welle und Schwungrad rechterhand zu erkennen.

Der Dampfkolben hat hier eine aus beiden Endseiten des Cylinders hervorragende Stange, welche rechterhand den Kurbelmechanismus ergreift und linkerhand mit der Stange des Gebläsekolbens verbunden ist. Letztere ist behufs der durch die Schwere des Gebläsekolbens beeinträchtigten Geradführung bis auf die andere Seite des Cylinders verlängert und hier von einem auf Geleisen hin- und herbewegten Kreuzkopf unterstützt. Der genannte Bau ruht auf einem horizontalen gußeisernen Fundamente, welches mittels etlicher unterwärts (abgebrochen) sichtbaren Schraubenbolzen mit einem steinernen Fundamente verankert wird. Uebrigens gilt diese Gebläsemaschine, auf dem Eisenwerke von Gilles und Comp. in Middlesborough aufgestellt, unter allen mit horizontalen Cylindern gebauten für die größte der Welt. Der Gebläsecylinder ist 2,75 Meter, der Dampfcylinder 1,3 Meter im Durchmesser, beide haben 2,75 Meter Hub, arbeiten mit 2 Meter Geschwindigkeit in der Secunde und bewegen eine Luftmenge von 700 Kubikmeter in der Minute.

Ein Vergleich dieser mit der in Fig. 14 auf Taf. 19 dargestellten Dampfpumpmaschine wird die fast völlige Identität in der constructiven Aehnlichkeit dieser beiden Gattungen von Transportmaschinen vor Augen legen. Auch hier tritt der Kurbelmechanismus mit Schwungrad als ein rotirender Nebenmechanismus auf, welcher lediglich zur Sicherung der Vollhubigkeit der Kolben angebracht ist, und welcher, wie bei den Pumpen, auch in Wegfall kommen kann. Und wenn hier ein Windkessel nicht sichtbar ist, so wird doch ein solcher, wie bei den Kolbenpumpen, auch hier angewendet, erhält jedoch die Benennung eines Windregulators, weil sein Zweck weniger in der Vermeidung von Stößen als in einem Reguliren der ausfließenden Luftmengen besteht. Aus gleichen Gründen, wie bei den Kolbenpumpen der Windkessel, wird dieser Windregulator ganz oder zum Theil entbehrlich zu machen versucht durch die Anbringung mehrerer mittels gegeneinander verstellter Kurbeln bewegter Kolben, wofür Fig. 1 auf Taf. 20 ein Beispiel liefert.

Auch die Ventile, häufiger jedoch als bei den Pumpen durch Schieber ersetzt und in Klappenform aus Leder oder Kautschuk construirt, erhalten fast alle die Formen, welche bei den Pumpen angewendet werden, und somit auch, bei Gebläsen von bedeutenden Dimensionen, die aus vielen Einzelheiten zusammengesetzte Construction, wovon Fig. 7 auf Taf. 19 ein Beispiel liefert.

Diese Hargreave'schen Ventile sind im vorliegenden Falle an einem Gebläse mit zwei Cylindern angebracht gedacht, welche zur Rechten und zur Linken der Figur an die dargestellte Construction sich anschließen. In der Mitte der Abbildung ist das Druckrohr (die Windleitung) halb durchschnitten und ein Drittel abgebrochen dargestellt. Rechterhand von der Mittellinie zeigt sich die Vorderansicht der Deckel dieses Rohrs und derjenigen der Ventilkasten, und linkerhand ist oben das Druckventil, unten das Saugventil im Querschnitt dargestellt. Lange cylindrische Walzen von kreisrundem Querschnitt, aus hohlen Metallröhren bestehend, welche von vulkanisirtem Gummi oder sonst einem elastischen Stoffe umhüllt sind, bilden die Elementarventile. Dieselben ruhen auf langgestreckt rechteckigen Ventilsitzen und sind von Bügeln überdeckt, welche den Ventilen derselben begrenzen.

Die Kolben, welche im wesentlichen denen der Pumpen sehr ähnlich construirt sind, werden mit einer mittlern Geschwindigkeit von 1 bis 2 Meter secundlich in den Gebläsecylindern bewegt, und die Bindlichkeit erhalten eine Weite, daß die Luft mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 20 Meter per Secunde durch sie fließt.

2. Rotirende Kolbengebläse und Ventilatoren.

Aehnlich den auf Taf. 30, Fig. 3, 4, 6, 7, 8, 9 und 11 dargestellten rotirenden Dampfmaschinen und ähnlich den auf Taf. 20 in Fig. 6 und 7 dargestellten Rotationspumpen, werden auch Gebläse mit rotirenden Kolben oder von Kapselräderconstructionen angewendet. Eine neuerdings viel genannte, jedoch mit der Bezeichnung Ventilator belegte Construction dieser Art von Roots, ähnlich wie Fig. 7 auf Taf. 30, aus zwei Rotationskörpern bestehend, wovon jeder die Form einer Hälfte des in Fig. 7 vorstehenden oder linkerhand befindlichen Rades, also die Form einer 8 hat, soll in vielen Fällen einen besonders günstigen Wirkungsgrad geliefert haben.

Auch gehört das für Grubenzwecke mit glänzenden Erfolge angewendete Wetterrad von Fabry hierher.

Häufiger jedoch sind die Centrifugalventilatoren im Gebrauch. Ganz ebenso wie viele Centrifugalpumpen construirt, bestehen sie aus mehrern Gehäusen umschlossenen und mit etlichen gerade, krümmten oder eigenthümlich geformten Flügeln versehenen Rädern, welche in rasche Umdrehung versetzt werden und welche hierdurch ein Verdichten und Fortschleudern der im Gehäuse enthaltenen Luft in centripherisch ausmündende Röhrenleitung und demnach ein Ansaugen frischer Luft durch die central im Gehäuse angebrachten Oeffnungen bewirken.

Die Flügelräder der kleinsten Sorten dieser Ventilatoren haben keinen größern Durchmesser als 0,13 bis 0,2 Meter und werden mit 8000 bis 10000 Umdrehungen per Minute bewegt.

Eine Mittelsorte von Sturtevant ist in Fig. 12 auf Taf. 21 dargestellt und zeigt mehr die äußere Form als die innere Einrichtung.

In Fig. 3 auf Taf. 21 zeigt sich dagegen der Schiekell'sche Ventilator sowol in seiner äußern Form als mit seiner innern Einrichtung.

Das Flügelrad ist hier nicht wie in Fig. 12 vertical, sondern horizontal, also die Welle senkrecht stehend angeordnet. Die Luft dringt nach der Richtung der eingezeichneten Pfeile sowol durch oben und unten central angebrachte Oeffnungen und wird durch das in der Mitte unterbrochene Flügelrad in tangentipherisch angeordnete Druck- oder Blaserohr gefördert. Uebrigens aber wird dieser Ventilator mittelst einer in directe Verbindung mit ihm gebrachten, natürlich auf der Flügelwelle befestigten Dampfturbine bewegt, welche am Fuße der rechterhand befindlichen Durchschnittsabbildung als ein schmales, mit radialen Schaufeln versehenes Rad sich darstellt und für welches das linkerhand sichtbare Rohr für den einströmenden und das rechterhand erkennbare Rohr für den ausströmenden Dampf angebracht ist.

Eine Constructionsform von sehr großem Kaliber in der in Fig. 10 auf Taf. 21 zu Dreiviertel im Durchschnitt abgebildete Ventilator von Guibal, welcher neuerdings häufiger zu der Ventilation von Bergwerken (Gruben) und auch von langen Tunneln angewendet wird. Seine Größe ist so bedeutend (11 Meter Durchmesser), daß die vor ihm angebrachte Schutz-

hine, welche direct auf eine an seiner Rad-
tigte Kurbel wirkt, verschwindend klein gegen
nt. Das Gehäuse und ebenso die am Um-
elben sich fortsetzende Kanalleitung ist hier
rwerk hergestellt, das Flügelrad dagegen aus
nmerl, indem an dem Umfange von drei
eisernen Rosetten parallel zu den Durch-
s Gehäuses Balken befestigt und, vom Um-
bis auf eine gewisse Strecke central ein-
r mit Bretern belegt sind.

wie bei den Centrifugalpumpen statt der
r Schraubenräder angewendet werden, gibt
entilatoren mit Schraubenrädern.

ner nur aus schraubenförmigen Schaufeln
Construction erhält man eine Vorstellung
achtung des auf Taf. 24 in Fig. 6 dar-
urbinenrades, welches ebenso wie das zuletzt
Bollrad in der kreisrunden Oeffnung einer
er auch in der Achsenrichtung eines Kanals
werden kann. Und ferner zeigt Fig. 8 auf
solches aus vier schraubenförmigen Schaufeln
Rad. Jedoch stellt diese Abbildung einen,
nderer, nachfolgend geschilderter Beziehung
chen Ventilator dar.

wie die Centrifugalpumpen eine beträchtliche
fortbewegten Wassers durch die zwischen
ufelrade und den innern Wandflächen des
estehenden Zwischenräume rückläufen lassen,
nch bei den Ventilatoren durch eben diese
ume sehr viel Luft, sodaß es aus diesem
t möglichist, die Compression und Spannungs-
über ein gewisses Maß hinaus zu steigern
falls bis zu einem mittels eines Gebläses
Grade. Zur Beseitigung dieser Unvoll-
hat man mehrere Ventilatoren hintereinander
estellt und zwar derartig, daß der folgende
fangt, welche sein Vorgänger bereits verdich-

che Construction mit Schraubenrädern zeigt
e Fig. 8 auf Taf. 21. Die Anzahl der hin-
angebrachten Ventilatoren beträgt hier vier.
Einrichtung eines jeden ist aus dem halb-
en dargestellten ersten dieser Ventilatoren
Die im Durchschnitt als gerade verticale
arstellende scheibenförmige Platte theilt den
m des Gehäuses in zwei Hälften, läßt aber
e so viel Zwischenraum, daß die central
e und von dem Schraubenrade peripherisch
erte Luft durch denselben in die andere
entweichen kann, von wo sie alsdann durch
angelegte Oeffnung in den Flügelraum des
ntilators gelangt. Sämmtliche Schrauben-
auf ein und derselben Welle angebracht,
eils der rechterhand erkennbaren, kleinen
be in Umdrehung zu versetzen ist.

verdichtung wird mit Hülfe dieses Ventila-
esprochen, „multiplicirt" und derselbe daher
ationsventilator genannt.

angstrahlventilatoren und Exhaustoren.

r Principe der Strahlpumpen wird eine
getroffen, bei welcher der mit einer Düse
lasehals eines Ventilators oder eines Ge-
er Längsrichtung eines relativ weiten Ka-
indet. Mittels des ausströmenden Luft-
Luft durch eine an der Stelle der be-
einmündung in den Kanalwandungen an-
ffnung gesaugt und mit dem alsdann sich
ortbewegenden Strahle gemischt. Eine der-
Transport der Luft geeignete Einrichtung

war z. B. bei der Ventilationsanlage des pariser Weltausstellungsgebäudes von 1867 angewendet und ist ebenfalls bei der Ventilationsanlage des interimistischen deutschen Parlamentshauses im Gebrauch.

An Stelle des Luftstrahls wird bei den Wasserstrommelgebläsen ein Wasserstrahl, und bei den Blasröhren oder Exhaustoren der Locomotiven und Locomobilen ein Dampfstrahl angewendet. Die Art der Anbringung eines solchen Exhaustors an der Locomotive zeigt Fig. 13 auf Taf. 32, in welcher d die Esse, c die Rauchkammer und h der Exhaustor ist. Derselbe besteht aus einem düsenartig verjüngten, mittels eines Mechanismus vom Führerstande aus theils oder gänzlich verschließbaren Rohre, welches den aus den Cylindern abströmenden, also verbrauchten Dampf aufnimmt und denselben in der Axenrichtung der Esse d ausstößt. Hierdurch wird in der Rauchkammer c eine Luft- oder Gasverdünnung, beziehentlich eine Druckverminderung bewirkt und infolge davon der stärkere atmosphärische Druck in die Lage gebracht, frische Luft durch den Rost zu pressen.

Eine ganz gleiche Wirkung, nur in schwächerm Grade, wird im Falle des Nichtvorhandenseins von verbrauchtem Dampf, also im Ruhezustande der Locomotive, auch durch ein in der Figur erkennbares Röhrchen hervorgebracht, welches in die Esse frischen Kesseldampf einführen läßt.

Motoren oder Kraftmaschinen.

Unter Motoren versteht man diejenigen physikalischen Elemente oder diejenigen Elementareigenschaften der Natur, welche als Ursachen der Bewegung auftreten oder die Ursachen der mechanischen Arbeit sind.

Diejenigen Körper, an welchen diese Elementareigenschaften haften oder welchen dieselben mitgetheilt werden können, welche also gewissermaßen als Träger derselben dienen, heißen motorische Substanzen.

Mechanische Vorrichtungen, durch welche die Motoren und motorischen Substanzen nutzbar gemacht werden oder durch welche den motorischen Substanzen die denselben innewohnende mechanische Arbeit entzogen und in brauchbare Arbeitsarten umgewandelt wird, heißen motorische Maschinen.

Insofern aber die motorischen Maschinen andern Maschinen oder Maschinenanlagen als Beweger dienen, werden auch sie kurzweg Motoren genannt.

Zu den Motoren im eigentlichen, zuerst bezeichneten Sinne des Wortes werden in der Regel gerechnet:

Die Muskelkraft von Mensch und Thier,
die Federkraft,
die Schwerkraft,
die Windkraft,
die Dampfkraft,
die Expansivkraft und
der Elektromagnetismus.

Allein nach Maßgabe der neuern physikalischen Anschauungen müssen alle diese aufgezählten Motoren als die Wirkungen einer einzigen Ursache, also eines einzigen Urmotors angesehen werden, welcher die wechselseitige Anziehungskraft oder die Attractionskraft ist.

Obwol die Chemie eine Vervielfältigungsarbeit verrichtet hat, indem sie aus den vier antiken Elementen des Stofflichen an die siebzig moderne entwickelte, so sind doch die übrigen Zweige der Naturwissenschaften entschieden unitiv verfahren, und indem der Darwinismus die unendliche Menge von Arten, von denen jede zeither als das abgegrenzte Zeugungswerk eines separaten Schöpfungsactes galt, in einige wenige Ur-

arten oder gar nur in deren eine einzige zusammenschmilzt, so gelangte die Physik auf ihrem Forschungswege zu dem Ergebniß, daß die vielen Elementarkräfte, „welche sonst die Welt regierten", nicht eigentlich Elementarkräfte sind, sondern als Wirkungen einer ihnen allen gemeinschaftlichen Urelementarkraft angesehen werden müssen. Magnetismus, Elektricität, Wärme, Licht, für nichts anderes gelten jetzt diese Kräfte oder vermeintlichen imponderabeln Stoffe, als für die Wirkungen derjenigen Urkraft, welche jeden terrestrischen Gegenstand zusammenhält, welche alle diese Gegenstände an den Erdball fesselt, welche unsere Planeten um die Sonne kreisen macht und welche die Sonnen mit ihren Systemen in den Räumen des Kosmos umherreibt — der wechselseitigen Anziehungskraft.

Und so ist es auch diese Urkraft, welche als Urmotor für die oben aufgezählten sogenannten Motoren substituirt werden muß.

Daß die Schwere und die Federkraft nichts als Wirkungen der Anziehung sind, letztere die der Anziehung der einzelnen Molecule des federnden Körpers und erstere die der Anziehung der Summe von Moleculen, aus denen unser Erdball zusammengesetzt ist, bedarf weiter keiner Erörterung. Die Dampfkraft aber, ebenso wie die Expansivkraft der Gase ist zunächst eine Wirkung der Wärme und diese wieder eine Wirkung der Anziehungskraft der Atome oder des atomistischen Aethers. Durch die moleculare Anziehungskraft werden gewisse Bewegungen der Atome oder des Aethers der Atome hervorgerufen, welche diejenigen Erscheinungen bewirken, welche wir Wärmeerscheinungen nennen. Ebenso hat sich der Elektromagnetismus als ein gewisser Bewegungszustand der Atome oder des atomistischen Aethers erwiesen, ist also ebenfalls die Folge jener Anziehungskraft, und endlich läßt sich auch die Muskelkraft, abgesehen von der spiritualistischen Hypothese einer eigenen Vitalkraft, vollständig auf das Urelement der Anziehungskraft zurückführen. Es bildet sich hier eine ziemlich verwickelte Combination von Wirkungen, welche sich aber sammt und sonders aus der genannten Grundursache herleiten lassen. Auch ist die Wasserkraft die Folge von mehrern Ursachen. Eine gewisse Menge Wassers, auf einer Höhe befindlich, vermag zwar allein durch das Walten der Erdanziehung eine dem Höhenbetrage entsprechende Arbeit hervorzubringen. Eine fortgesetzte Arbeitsleistung entsteht aber nur dann, wenn der Kreislauf dadurch geschlossen wird, daß das gesunkene oder herabgeflossene Wasser in die ursprünglich eingenommene Höhenlage wieder zurückkehrt. Die Naturkraft, welche in diesem Sinne thätig ist, ist die Wärme, und zwar die Sonnen- und Erdwärme, welche durch den Wechsel ihrer Intensität im Vereine mit der Erdanziehung Verdunstung und Verdichtung bewirkt. Der Gießbach, welcher von den Gebirgen herabstürzt, der Fluß, welcher auf der sanft geneigten Ebene seines Bettes niedergleitet, sie kehren in ihre Quellen zurück durch das Walten von Thau- und Regenbildung, sie werden wieder gehoben durch die verdunstende Wirkung der Sonnenwärme. Die Wärme ist aber vorhin angeführtermaßen die Wirkung wiederum der Anziehungskraft.

Auf Grund dieser Betrachtungen können mit der Benennung der motorischen Substanzen nicht alle Körper belegt werden, welche gemäß der eingängig aufgestellten Definition als die Träger der motorischen Kräfte bezeichnet wurden, denn die Attractionskraft haftet an allen Dingen; sondern nur diejenigen Stoffe sind motorische Substanzen, welche sich für die Entwickelung von mechanischer Arbeit qualificiren.

Als im weitern Umfange verwendbar für die mechanische Technik treten von diesen motorischen Substanzen auf:

1) die Muskeln von Mensch und Thier,
2) das Wasser,
3) der Wind,
4) der Dampf,
5) die erhitzte Luft und
6) das erhitzte Leuchtgas.

Insofern aber, außer dem Wasser, sämmtliche dieser genannten Stoffe nur vermittels der Wärme wirksam werden, und zwar nicht allein der durch die natürlichen Wirkungen der Sonnen- und Erdwärme erregte Wind, sondern auch die durch den physiologischen Verbrennungsproceß entwickelte Muskelkraft, so könnte man einfach lediglich zwei Gruppen von motorischen Substanzen nennen, nämlich:

die hydraulische Substanz und
die thermodynamische Substanz.

Aus dem gleichen Grunde würden die motorischen Maschinen oder kurzweg die Motoren nur in: hydraulische Motoren und thermodynamische Motoren eingetheilt sein.

Allein dem Gebrauche gemäß werden wol die Dampfmaschinen, die Heißluft- oder calorischen Motoren und die Gaskraftmaschinen zu der Klasse der thermodynamischen Motoren gezählt, nicht aber die Windräder und die physiologischen oder animalischen Motoren.

Physiologische Motoren.

Das Thier im Menschen und das Thier als solches vertreten die in diesem Kapitel abzuhandelnden animalischen Maschinen. Eine den übrigen Kapiteln analoge Behandlung würde daher, streng genommen, eine beschreibende Anatomie und Physiologie von Mensch und Thier verlaufen. In der That wird die Analogie des arbeitenden Thiers zu der Dampfmaschine oder überhaupt zu einem thermodynamischen Motor noch drastischer hervor, als nach der bereits kurzen Andeutung gemeint werden könnte, wenn das Geschäft des zerglieder nden Vergleichs erst näher eingegangen wird.

Dem Thiere muß, wie der Dampfmaschine, Wärme und eine kohlenwasserstoffhaltige Substanz zugeführt werden. Letztere erhält das Thier in der verschiedenen Gestalt des Grases, der Blätter und des Heues, die Dampfmaschine oder der calorische Motor dagegen in der abgestorbenen Gestalt des Holzes oder der Kohle gewordenen des Torfs, der Braun- und Steinkohle. Jedoch sowol im Thiere wie in der calorischen Maschine werden diese kohlenwasserstoffhaltigen Substanzen verbrannt; sie werden chemisch umgewandelt in Kohlensäure und Wasserdampf, welche aus beiden als Nebensächlichkeiten, ebenso wie die Excremente, wie Aschen, abgeführt werden, während in beiden durch jene chemische Umwandlung oder Verbrennung Wärme entwickelt und diese Wärme sowol bei dem Thiere als bei der calorischen Maschine zum Theil durch Ausstrahlung Abkühlung oder an den abgeführten Stoffen dahinfährt, unverändert an die Außenwelt tritt, zum andern Theil aber in Kraft, oder besser gesagt, in mechanische Arbeit umgesetzt wird.

Aus der Kohlensäuremenge und Wasserdampfmenge, welche ein Mensch nach physiologischen Beobachtungen abführt, und aus der Arbeitsleistung, welche er nach technischer Beobachtung in der gleichen Zeit zu entwickeln vermag, hat man den Vortheilsbruch oder Wirkungsgrad berechnet, welchen der Menschen als thermodynamische Maschine aufweist, und ist zu dem gewiß interessanten und überraschenden Ergebniß gekommen, daß er die Dampfmaschine in dieser Beziehung

das vierfache übertrifft. Diese Berechnung
) jedoch nur auf den Ausnutzungsgrad der
i dieser beiden verglichenen Motoren entwickel-
ie, ist also nur wissenschaftlich richtig. Prak-
efaßt kommt wesentlich dabei die Thatsache
t, daß das Kohlenwasserstoffgebilde der Kar-
des Gemüses höher im Preise steht, als
des Holzes und der Steinkohle, oder daß
elingen will, den Menschen wie die Dampf-
mit Brennmaterialien zu nähren, ja daß der
enein die Fleischkost beanspruht und ferner,
die Dampfmaschine nur zur Schmierung son-
zur Nahrung, der Fettstoffe bedarf.
heorie der Thiere vom Standpunkte der ther-
schen Maschinen mit Rücksicht auf ihren Ske-
Muskelbau analog der Theorie der Dampf-
u entwickeln, ist versucht worden, sogar schon
hen Zeiten, 1660 von dem Italiener Bo-
der ungetrübten Jugendfrische der mechani-
enschaft entspringende Kühnheit dieses Ver-
ält sich jedoch zu dem erzielten Erfolge in
eise wie die Versuche der griechischen Phi-
die Naturlehre a priori mit der Specula-
construiren, zu deren Resultaten, welche
i'sche Epoche der nur mühsam und allmäh-
rkenntniß vordringenden systematischen empi-
rschung aufstöthigten.
e Erforschung des Thiers als Maschine ist
irisch geworden und die theoretische Behand-
heutzutage als zweifellos unfruchtbar gänz-
e geschoben.
it zunächst beobachtet, daß der physiologische
e sehr verschieden große mechanische Wirkung
gt, je nachdem er an einer Kurbel zu drehen,
Hebel zu drücken, an einem Seile zu zie-
inem Tummelbaume zu schieben, in einem
u gehen, in einem Sprossenrade zu steigen
nem Tretrade zu treten hat. Man hat sich
öthigt gesehen, ihn an jeder dieser Maschi-
esonders zu untersuchen.
it ferner gefunden, daß seine Arbeitsleistung
abhängig von der Geschwindigkeit ist, mit
drehen, schieben, heben oder treten muß,
ie Anzahl und Dauer der ihm gegönnten
pausen eine hervorragende Rolle mitspielt.
gemeinen ist das Beobachtungsergebniß zum
gekommen, daß der physiologische Motor
ßten mit derjenigen Geschwindigkeit arbeitet,
ib so groß als die, wenn auch kraftlos,
Ueberwindung von Widerstand, von ihm
größte Geschwindigkeit ist, und dieses
armonirt völlig mit demjenigen, welches
zu in Betreff aller übrigen motorischen
gefunden hat.
theilhafteste tägliche Arbeitsdauer hat sich
) und Thier die Zeit von acht Stunden er-
alls ihm nicht mehr zugemuthet wird, ver-
dann am meisten Arbeit, wenn er an der
8 Kilogramm Druck und 0,8 Meter secundli-
indigkeit zu drehen hat, und wenn diese Zah-
ch des Hebels 5 und 1,1, betreffs des Tum-
13 und 0,6 und in Bezug auf das Tret-
d 0,7 Meter genommen werden.
pel arbeitet das Pferd mit 44 Kilo Zug
Meter secundlicher Geschwindigkeit, der Ochs
ntlich 65 und 0,6, der Maulesel mit 30 und
r Esel mit 14 und 0,8 Meter am günstigsten.
fte ausübbare Druck ist viermal so groß,
n angegebenen Ziffern entsprechende.
rf nicht der betonten Hervorhebung, daß alle diese Angaben nur Mittelwerthe aus einer großen Anzahl sehr bedeutend voneinander abweichender Beobachtungszahlen sind und weder auf das erste beste Individuum noch auf jeden der sehr wechselvollen, geschweige denn besonders stimulirten Körperzustände desselben ohne weiteres passen.

Das Product aus dem ausgeübten Druck und der dabei dem Angriffspunkte ertheilten Geschwindigkeit pro Secunde heißt die mechanische Arbeit pro Secunde, oder kurzweg auch die secundliche Wirkung. Ist der Druck in Kilogrammen und die Geschwindigkeit in Metern ausgedrückt, so gilt für die secundliche Wirkung die Bezeichnung in Kilogrammmetern oder Meterkilogrammen; 75 solcher Kilogrammmeter werden auf eine dynamische Pferdekraft oder, besser gesagt, Pferdestärke gerechnet.

Nach den obigen Angaben leistet daher ein Pferd am Göpel eine secundliche Wirkung von $44 \cdot 0{,}9 = 39{,}6$ Kilogrammmeter, oder $\frac{39{,}9}{75} = 0{,}52$ dynamische Pferdestärken, sodaß etwa zwei Pferde zur Ausübung von einer dynamischen Pferdestärke erforderlich sind.

Ein Mensch verrichtet nach dem Obigen am Tummelbaume $12 \cdot 0{,}6 = 7{,}2$ Kilogrammmeter, oder $\frac{7{,}2}{75}$ = circa $^1/_{10}$ Pferdestärke, an der Kurbel $8 \cdot 0{,}9 = 7{,}2$ Kilogrammmeter, also ebenfalls $\frac{7{,}2}{75}$ = circa $^1/_{10}$ Pferdestärken Arbeit.

Es würden daher zur Entwickelung von einer dynamischen Pferdestärke sowol am Tummelbaum als an der Kurbel 10 Arbeiter erforderlich sein.

Göpelwerke, Tret-, Lauf- und Sprossenräder.

(Tafel 21.)

Die beiden durch Fig. 1 und 14 dargestellten Göpel für zwei Pferde vermögen nach dem soeben Gesagten eine Dampfmaschine von nur einer Pferdestärke zu ersetzen, während mittels der in Fig. 13 abgebildeten und für vier Pferde bestimmten Construction doppelt so viel Wirkung hervorgebracht werden kann.

Alle diese Göpel bestehen aus einem, zwei oder vier Zugbäumen oder Schwengeln aus Holz, an welche die Pferde gespannt werden, und aus einem mit denselben in Verbindung gebrachten Zahnräderwerke, welches lediglich die Bestimmung hat, der von dem Göpel zu betreibenden Transmissionswelle eine raschere Umdrehung zu ertheilen, als sie bei unmittelbarer Verbindung mit der direct von den Schwengeln bewegten Welle wegen des langsamen Ganges der Thiere annehmen würde.

Die Transmissionswelle erscheint auf Taf. 21 in Fig. 1 in einem unter der Pferdebahn angebrachten Kanale angeordnet, in Fig. 14 dagegen über dem Boden; dieselbe ist im letztern Falle, damit nicht die Thiere darauf treten oder darüber stolpern, an der Stelle der Pferdebahn mit einem Schutzbleche überdeckt und mit dem Göpel durch ein sogenanntes Universalgelenk verbunden, welches ein Verlegen derselben nach andern Richtungen gestattet.

Fig. 1 stellt einen feststehenden, von Mauerwerk umschlossenen Göpel dar, Fig. 14 einen transportabeln, auf einem aus einem Balkenkreuz gebildeten Fundamente zu befestigenden und Fig. 13 einen fahrbaren

(s. unter Kolbenpumpen). Die Construction der Fig. 14 von Barrett und Andrews erscheint dem Beschauer in Wirklichkeit äußerlich als ein völlig geschlossenes, dosenartiges Gehäuse, welches dem innerlich angebrachten Räderwerke Schutz gegen das Eindringen von Staub darbietet; in der Abbildung ist ein Theil sowol des Deckels als der Seitenwand durchbrochen dargestellt, damit ein Einblick in die innere Construction gewährt werde.

Die Tretscheibe, auf Taf. 21 in Fig. 4 dargestellt, ist gewissermaßen ein Göpel mit relativer Bewegung des motorischen Thiers zu der Bahn. Während bei den Göpeln das Pferd auf fester Bahn im Kreise herumgeht, dreht sich hier die Bahn unter dem feststehenden, d. h. an ein und derselben Stelle tretenden Thiere im Kreise herum und ist an der in Verbindung mit Zahnräderwerk zu bringenden Welle behufs deren Gedrehtwerdens entsprechend befestigt. Damit aber auch das Gewicht des Thiers zum Theil mitwirke, ist die Bahn und selbstverständlich gleichfalls die Welle geneigt angeordnet.

In ähnlicher Weise wie hier, jedoch noch völliger wird auf Taf. 21 in den Fig. 5, 6 und 7 das Gewicht des physiologischen Motors als Betriebskraft zur Verwendung gebracht, indem der Arbeiter sowol bei dem Tret- oder Treppenrade (Fig. 5), als bei dem Laufrade (Fig. 7) eine kreisförmige Treppe hinaufzusteigen bemüht ist und, an derselben Stelle bleibend, das mit dieser Treppe vereinigte Rad und dessen Welle in Umdrehung versetzt — indem er ebenso bei dem Sprossenrade (Fig. 6) eine kreisförmig gebogene Leiter zu erklimmen trachtet, jedoch durch Verbleiben an demselben Orte dieselbe sammt der mit ihr vereinigten Welle umdreht.

Inwiefern bei diesen Rädern das Gewicht des physiologischen Motors wirksam wird, erkennt man um so bestimmter durch die Vorstellung, daß neben denselben eine gewöhnliche feste Treppe angebracht sei, welche der Arbeiter völlig ersteige, um alsdann oben auf eine der Stufen oder Sprossen des Rades zu treten und durch ruhiges Stehenbleiben auf der Stufe mittels Niedersinkens das Rad zu drehen. In der That sind auch derartige Räder ausgeführt und unter Anwendung einer größern Anzahl bald die Treppe ersteigenden, bald am Rade sich niederlassenden Arbeiter mit günstigem Erfolge in Betrieb gesetzt worden, sodaß hier eine Combination der Muskelkraft und der Erdanziehung oder Erdschwere in gleicher Weise, wie bei den Wasserrädern, weiter oben erwähntermaßen, eine Combination der Sonnenwärme und der Erdschwere zu motorischer Wirkung ausgenutzt erscheint.

Wasserräder.

(Tafel 22.)

Das Wasser, von der Sonnen- und Erdwärme vermöge der Verdunstung auf die Höhenpunkte unsers Planeten gehoben und vermöge der Erdattraction wieder in die Thäler herniedergezogen, wird auf der letztbezeichneten Bahn dieses Kreislaufs zu motorischer Arbeit vermittels der Wasserräder auf Grund des ihm von jener Erdattraction ertheilten Gewichts, oder auf Grund der von dieser Naturkraft ihm eingeprägten sogenannten „lebendigen Kraft", oder endlich auf Grund der von letzterer Kraft herrührenden Stoßwirkung ausgenutzt.

Durch die erstere dieser Arten der Ausnutzung kann doppelt so viel Wirkung oder mechanische Arbeit erhalten werden als durch die letztere, sofern dem in der Technik üblichen Gebrauche gemäß angenommen wird, daß die volle ausnutzbare Wirkung [illegible] ducte aus dem Gewichte der herabfallenden [illegible] masse und der Fallhöhe, dem „disponiblen [illegible] gleichkomme. Man ist daher bemüht, die [illegible] artig zu construiren, daß das Wasser [illegible] fällshöhe hindurch vermöge seines Gewichts [illegible] werde oder daß seine volle lebendige Kraft [illegible] nutzung gelange. Steht jedoch der [illegible] kommenere Construction erreichbare Gewinn [illegible] nutzung nicht in Verhältniß zu dem [illegible] vollkommnung bedingten Mehrkostenaufwand, [illegible] man die einfachere Bauart vor.

Wie Taf. 22 vor Augen legt, bestehen die [illegible] räder aus Radkränzen, welche durch Arme [illegible] hentlich durch Rosetten mit in Lagern [illegible] in Umdrehung zu versetzenden Achsen [illegible] verbunden sind.

Die Radkränze sind entweder mit zellen[illegible] artig aneinandergefügten Bestandtheilen [illegible] feln versehen, sowie bei einigen Arten [illegible] lichen, aus Mauerwerk, Zimmerung oder [illegible] stellten Gerinnen und Kröpfen theilweise [illegible]

Die Bauart im besondern ist von dem [illegible] Materiale abhängig, welches Holz, Gußeisen oder ein Gemisch von allen dreien sein [illegible]

Die Construction dagegen wird wesentlich [illegible] Höhenlage des Einlaufspunktes für das Ar[illegible] wasser bedingt.

In dieser Hinsicht zeigt Fig. 1 ein Rad, [illegible] chem das Wasser oben einläuft oder oder [illegible] und welches daher ein oberschlägiges [illegible] wird, oder welches vom Wasser oder [illegible] wird und demnach oberschlächtiges [illegible]

Fig. 2 stellt ein rückenschlägiges [illegible] erhält diese Bezeichnung, weil das Wasser [illegible] dreiviertel Höhe zwischen Kopf- und [illegible] im Rücken desselben aufschlägt.

Das in Fig. 4 abgebildete, etwa in [illegible] ner Höhe beaufschlagte Rad wird mittel[illegible] oder mittelschlägig genannt, und [illegible] unterschlägiges Rad.

An allen diesen Rädern kommen jedoch [illegible] structive und bauliche, auf die Benutzung [illegible] übende Besonderheiten vor.

Fig. 1 ist ganz aus Eisen gebaut und [illegible] der schmiedeeisernen Achse A, welche [illegible] in einem im Mauerwerk verankerten [illegible] und auf jeder Seite, sowie in der Mitte [illegible] B trägt, an welcher die eisernen Arme [illegible] festigt sind. Es besteht ferner aus dem [illegible] systeme gehörigen Diagonalstangen, wie [illegible] stellt, aus einer größern Anzahl von [illegible] blechernen Schaufeln, welche zwischen den [illegible] zen und dem Radboden derartig angebracht [illegible] lauter zellenartige Räume für die Aufnahme [illegible] sers gebildet werden, und endlich hat [illegible] der rechten Seite einen Zahnkranz, dessen [illegible] das kleine Getriebe M eingreifen und [illegible] Bewegung auf die Welle M N fortpflanzen.

Auch das in Fig. 2 abgebildete rückenschlägige [illegible] ist völlig aus Eisen gebaut, hat aber [illegible] Arme, sondern statt deren Spann- [illegible] Suspensionsstangen, welche mit den [illegible] gußeisernen Rosetten und den gußeisernen [illegible] mittels Verkeilung verbunden sind. [illegible] ähnlich derjenigen der Fig. 1, ist [illegible] in Fig. 3 separat im Durchschnitt [illegible] rechterhand an dem rückwärts gelegenen [illegible] kennbare Zahnkranz greift in die linksseitige Rädertransmission. Ueber dem linksseitigen

den Einlaufgerinne ist eine kleine mechanische Vorrichtung, im wesentlichen ein Centrifugalregulator mit Gehör, sichtbar, mittels dessen die Stellung des Schützen und somit den Zufluß des Wassers und die Geschwindigkeit des Rades selbstthätig regulirt wird. Die nebengezeichnete menschliche Figur soll eine Vorstellung von der Größe dieses Rades geben, welches, im Betriebe einer Baumwollspinnerei zu Greenock in Schottland aufgestellt, in der That den enormen Durchmesser von über 21 Meter für ein Gefälle von 19½ Meter hat und nur wenig kleiner ist als die größten Wasserräder der Welt.

In dem in Fig. 4 abgebildeten, ganz aus Gußeisen hergestellten, jedoch mit hölzernen, quer über die Umfangsfläche hervorragenden Gußtheile gelegten Schaufelversehenen Rade ist das Kropfgerinne oder Kropfweg der Kropf ABE erwähnenswerth, mit welchem man einen Theil des Radumfangs umgibt, das Wasser in den Schauselräumen möglichst lange bleibe. Ein solcher Kropf wird fast nie bei oberschlägigen, wol aber schon bei kleinen rückenschlägigen und stets mittelschlägigen Rädern angeordnet und entweder, wie hier, aus Holz gezimmert oder aus Eisen construirt oder auch gemauert. Der mittels einer Zahnstange D bewegliche Schützen S, welcher unten mit einer um einen Fixpunkt drehbaren Stange befestigt wird Spannschützen genannt, und daher heißt das Rad ein mittelschlägiges Kropfrad mit Spannschützeneinlauf.

Anstatt das Wasser zwischen dem abgerundeten Kropfgerinne und einer Spannschütze einlaufen zu lassen, wendet man auch Schützen an, welche das Wasser unten am Boden des Einlaufs abschließen und es sich wegfließen oder wegfallen lassen; dieselben werden Ueberfallschützen genannt. Mit einem solchen Schützen ist das Fig. 5 abgebildete Rad versehen, welches eine der Fig. 4 sehr ähnliche Bauart besitzt, jedoch hölzerne, in gußeisernen Rosetten steckende Arme und einen hölzernen Radboden hat und außerdem, wie Fig. 2, mit einem mittels Centrirstangen central gehaltenen Zahnkranze versehen ist.

Die unterschlägigen Räder haben im allgemeinen das äußere Aussehen des in Fig. 4 dargestellten mittelschlägigen, nur erscheint der Kropf sehr zusammengeschrumpft oder ist ganz in Wegfall gekommen, in welchem Falle das Gerinne ein Schnurgerinne genannt wird, und das Rad eine hierauf bezügliche Bezeichnung erhält.

Das in Fig. 6 abgebildete unterschlägige Rad ist von ganz besonderer Art, nämlich das nach seinem Erfinder benannte Poncelet-Rad. Es hat, überhaupt Alles aus Eisen hergestellt, gekrümmte Blechschaufeln und solcher Construction, daß mit Hülfe des Spannschützens das Wasser fast seine ganze lebendige Kraft an dieselben abgeben muß. Die in dem unterschnittten dargestellten Theile gezeichneten Contractionslinien sollen die diesbezügliche Wirkungsweise veranschaulichen.

Eine ebenfalls erst aus der jüngsten Erfindungsperiode stammende, jedoch für größere Gefälle bestimmte Construction ist das in Fig. 8 dargestellte Rad von Appinger, welches aus nur einem einzigen Kranze und aus daran einer- oder beiderseits befestigten langgestreckten Blechschaufeln besteht, jedoch von oben bis unten von einem Mantel DEFGHK umschlossen wird. Dieser Mantel, welcher übrigens das Wasser auch aufwärts in die Schaufeln treten läßt, verhindert ein Ausweichen der Füllung der Schaufeln so lange, bis dieselben ihre tiefste Lage IG erreicht haben, weshalb ein sehr hoher Ausnutzungsgrad oder Wirkungsgrad erzielt wird.

Auch das in Fig. 7 abgebildete Rad von Sagebien sucht die Wasserkraft völliger dadurch auszunutzen, daß es die ganze dem Wasser innewohnende lebendige Kraft aufnimmt, beziehentlich das Wasser ohne Gefällverlust, d. h. ohne Senkung des Wasserspiegels einfließen läßt.

Die bekanntere Construction von Sagebien hat mehr äußere Aehnlichkeit mit dem Poncelet-Rade (Fig. 6), läßt das Wasser aber nicht unter einem Spannschützen, sondern über einem Ueberfallschützen einlaufen. Da diese Constructionsart in vielen Fällen die Anwendung sehr großer Raddurchmesser, also sehr hoher und demnach theurer Räder, nöthig macht, so hat derselbe Erfinder das hier abgebildete, unter sonst gleichen Umständen mit geringerm Durchmesser ausführbare Rad erdacht. Freilich wird dasselbe wiederum kostspielig durch seine complicirte Bauart.

Wie der zu unterst dargestellte Grundriß zeigt, fließt das Wasser, anstatt wie gewöhnlich am äußern Umfange, an den beiden Seiten des Rades zu. Zur Erreichung dieses Zwecks mußten die Schaufeln eine eigenthümliche und nicht billig herzustellende Construction erhalten, durch welche jedoch der bereits angedeutete Vortheil erreicht wird. Eine Vorstellung von dieser Schaufelung erhält man durch Betrachtung auch der Aufrißzeichnung, in welcher der vordere Theil des Einlaufgerinnes im Durchschnitt dargestellt ist. Uebrigens läßt sich eine einseitige oder beiderseitige Beaufschlagung durch Oeffnung nur des einen oder aller beider in der Gabelung des Einlaufkanals angebrachten Schützen nach Belieben erreichen.

Als Ersatz für die Schiffsmühlenräder, welche, auf zwei geankerten Kähnen gelägert, mit ihren Schaufeln zum Eintauchen in den Stromstrich eines Flusses gebracht werden, hat Professor Colladon in Genf eine in Fig. 9 abgebildete Construction erfunden, welche man das schwimmende Rad oder kurz das Schwimmrad nennen kann. Der eigentliche Radkörper ist weiter nichts als ein äußerlich mit Schaufeln versehener Kessel aus Blech, welcher vermöge seines Hohlseins schwimmt und vermöge seiner Schaufelung vom fließenden Wasser in Umdrehung versetzt wird. Allein noch besonders beachtenswerth ist die Art der Lagerung dieses Radkörpers und die Verbindung desselben mit der Transmissionswelle. An einem aus Balken gezimmerten und im Grunde des Flusses befestigten Gerüste ist nämlich die Lagerung für die nach dem Ufer geleitete Transmissionswelle angebracht, und in der Achsenrichtung dieser Welle sind auch fixe Drehpunkte für zwei gußeiserne Träger angeordnet, zwischen und an welchem der kesselartige Radkörper ebenso wie eine denselben mit der Transmissionswelle verbindende Zahnräderübertragung angeordnet ist. Es läßt sich nach dieser Beschreibung ermessen, daß der schwimmende Radkörper den Schwankungen des Wasserstandes folgen wird, ohne daß die Unverrückbarkeit der Lage der Transmissionswelle hierdurch eine Beeinträchtigung erleidet. Uebrigens aber ist noch zu erwähnen, daß der Erfinder unter dem Rade ein ebenfalls schwimmendes Gerinne angebracht hat, und daß sowol hierdurch, als durch das Eintauchen des Radkörpers eine Verminderung des Flußquerschnittes, demnach eine Vergrößerung der Geschwindigkeit des Wassers und somit ein gesteigerterer Ausnutzungsgrad der Wasserkraft erreicht wird.

In Fig. 14 ist die Verbindung mittels Schrauben eines eisernen Armes mit dem eisernen Kranze eines Rades dargestellt, in Fig. 10 die Verbindung eines hölzernen Armes mit dem hölzernen Kranze, sowie ferner die Verbindung der aus blechernen Stoß- oder Setz-

schaufeln und aus hölzernen Riegel- oder Kropfschaufeln bestehende und mit Ventilationsröhren versehene Schaufelung mit dem Kranze. Die genannten Ventilationsröhren haben den Zweck, die bei den ober- oder rückenschlägigen Rädern in den Kübeln oder Zellen enthaltene und den Eintritt des Wassers effectsvermindernd beeinträchtigende Luft durch Abführung derselben unschädlich zu machen.

Die Fig. 11, 12 und 13 zeigen in Durchschnittsansichten die Verbindungsweise des eisernen oder stählernen Zapfens mit beziehentlich einer hohlen gußeisernen, einer aus Blech hergestellten und einer hölzernen Welle, und die letztere Figur läßt außerdem die Befestigungsart einer mit Schrauben centrirten gußeisernen Rosette auf einer hölzernen Welle erkennen.

Turbinen.

(Tafel 23 und 24.)

Die Turbinen oder Kreiselräder (von turbo, turbinis, der Kreisel) lassen die Wasserkraft durch Stoß-, Druck- oder Reactionswirkung ausnutzen, und nie, wie die Wasserräder, unmittelbar durch das Gewicht. Sie bestehen, wie die Wasserräder, aus mit Schaufeln oder Röhren versehenen Rädern und Wellen, welche sie in Umdrehung versetzen. Während jedoch die Wasserräder das Aufschlagewasser an derselben Seite entweichen lassen, an welcher sie es in sich aufnehmen, so lassen die Turbinen dasselbe durch sich hindurchfließen, also entgegengesetzt von der Seite der Aufnahme entweichen. Die Turbinen erhielten ursprünglich nur vertical stehende Wellen, sodaß ihre Räder horizontal lagen, und wurden daher auch wol horizontale Wasserräder, zur Unterscheidung von den auf Taf. 22 abgebildeten und diesfalls mit der Bezeichnung der verticalen Wasserräder belegten hydraulischen Motoren genannt. Da jedoch schon seit geraumer Zeit auch die Turbinen mit horizontalen Wellen und verticalen Rädern construirt werden (Taf. 24, Fig. 3), so ist die Richtigkeit dieser Bezeichnungsweise hinfällig geworden, ebenso wie übrigens durch das neuerdings erfundene Milot'sche Wasserrad auch die vorhin gegebene Unterscheidung nicht ganz zutrifft.

Während die Anwendung der Wasserräder bis in die Periode der vorchristlichen Zeitrechnung zurückreicht und ein Erfinder derselben nicht angebbar ist, so stammen die Turbinen, obwol in einigen unvollkommenen Constructionsformen gewiß schon seit etlichen Jahrhunderten hier und da im Gebrauche, entschieden aus der jüngsten Epoche der Culturgeschichte. Denn eigentlich datirt ihre Einführung in weitere Kreise der technischen Bethätigung und ihre aus der rohesten Ursprünglichkeit herausgeschälte, einigermaßen auf Grundsätzen beruhende und in der Atmosphäre unserer heutigen vervollkommneten technischen Welt lebensfähige Construction erst von der 1740 gemachten Erfindung Segner's, sowie von der 1754 in Vorschlag gebrachten Bauart Euler's.

Die Entwickelung der beiden Haupttypen der jetzt gebräuchlichen Turbinenconstructionen wurzelt in diesen beiden Erfindungen, und auch ein dritter Typus der Construction, obwol nach Maßgabe seiner allgemeinen äußern Form und seiner Wirkungsweise aus den noch ältern Bauarten herausgewachsen, verdankt doch zweifellos seine feinere Durchbildung dem durch jene beiden Erfindungen belebten Vervollkommnungseifer. Die beiden Erfindungen aber fußen auf der Erscheinung der hydraulischen Reaction.

Diese Reactionserscheinung, zuerst, wie angenommen wird, von Vernoulli (1730) beobachtet, besteht darin, daß ein mit einer horizontalen Ausflußröhre oder verticalen Ausflußöffnung versehenes Gefäß [illegible] stattfindenden Ausfluß einen Trieb erfährt, [illegible] nach der entgegengesetzten Richtung des [illegible] Strahls fortzubewegen strebt, und [illegible] lich nach dieser Richtung bewegt, wenn [illegible] gestellt oder sonstwie zur leichten [illegible] dasselbe festhaltenden Reibungswiderstand [illegible] gemacht ist. (Rücklauf der Kanonen.)

a. Segner'sche Turbine.

Segner verband das Gefäß mit [illegible] beweglichen Zapfen drehbaren, [illegible] brachte die erwähnte Ausflußöffnung [illegible] von der Welle entferntesten Punkte derart, [illegible] der Strahl tangential zu den um die [illegible] baren Kreisen ausfließen mußte und [illegible] die Umdrehung der Welle. In einer [illegible] Betriebe einer Mahlmühle in Nörten [illegible] angewendeten Construction versah Segner [illegible] Theil eines auf einer stehenden [illegible] hohen Gefäßes nach radialer Richtung [illegible] und jede derselben mit einer Oeffnung, [illegible] tialer Richtung einen Strahl ergeß; [illegible] er die Röhren mit dem Gefäße und [illegible] Welle in Umdrehung.

b. Schottische Turbine.

Eine dieser Construction sehr nahestehende Form ist die in Fig. 2 auf Taf. 23 [illegible] tische oder Whitelaw'sche Turbine, [illegible] dieser Gestalt von Mannoury-d'Ectot (18[illegible]

Sie besteht aus einer S-förmig gebogenen [illegible] welche in ihrer Mitte etwas erweitert [illegible] übrigens auch noch vermittels eines [illegible] der verticalen Welle verbunden ist. [illegible] diese mittlere Erweiterung mündet [illegible] dicht eine von B kommende Röhre ein [illegible] einem höher gelegenen Reservoir [illegible] welches an den beiden Enden der S-[illegible] tangential zu einem um den Well[illegible] schreibbaren Kreise ausfließt und [illegible] Reactionswirkung das Rad mit der [illegible] Letztere ist übrigens auf eine Zapfen[illegible] welche behufs Abminderung des Reibungs[illegible] auf Rollen oder Walzen läuft.

Denkt man sich mehrere solcher S-[illegible] angebracht und die mittlere Erweiterung [illegible] so entsteht, wenn auf den völlig [illegible] fluß verzichtet wird, ein dicht mit [illegible] radförmiger Körper, welcher durch ein [illegible] werden kann, welches aus zwei horizon[illegible] und dazwischen angebrachten verticalen [illegible] Schaufeln besteht.

c. Fourneyron'sche Turbine.

Ein derartiges Rad enthält die Turbine, welche die Unvollkommenheit an sich trägt, nicht anders als unter Stoßverlusten [illegible] lassen. Um diese, übrigens schon vor [illegible] Cadiat'schen Construction erkannte Ur[illegible] zu beseitigen, brachte Fourneyron (18[illegible] des Schaufelrades ein zweites, jedoch [illegible] derartig an, daß eine durch Fig. 1[illegible] veranschaulichte Schaufelung entstand.

Das in dieser, einen bruchstückweisen [illegible] schnitt darstellenden Figur mit kleinern [illegible] gezeichnete innere Rad ist das festste[illegible] das Leitrad oder der Leitschaufelkr[illegible] rend das mit größerm Durchmesser [illegible] umlaufende und demnach sogenannte [illegible] auch Turbinenrad ist. Die mit [illegible]

en Schaufeln haben im Leitrade eine den des Laufrades entgegengesetzte Krümmung, ß Wasser beim Uebertritt vom Leitrade in ad, sofern letzteres festgehalten würde, in liegung von der durch die Schaufeln des erhaltenen Richtung abgelenkt werden würde. ıber das Laufrad, dem Zwecke entsprechend, cht, so ist eine gewisse Drehgeschwindigkeit ıd thatsächlich herbeizuführen, bei welcher ezeichnete Weise vom Leitrade ausfließende e angenommene Richtung und Geschwindig- in den ersten Querschnitten des Laufrades ınd somit ohne Stoß überströmt. Diese mit mungen der Schaufeln in bestimmtem Zu- ıge stehende Geschwindigkeit wird dem Rade mirung des demselben zu überwinden- chen Widerstandes ertheilt, wobei bemerkt ı, daß jene Geschwindigkeit etwa halb so groß als ıusfällt, welche das völlig unbelastete und te Rad unter sonst gleichen Umständen annimmt. chen, foeben beschriebenen Radern versehene ind in Fig. 4 und 6 auf Taf. 23 abgebildet. Abbildung, einen Durchschnitt durch den Untergraben darstellend, zeigt unten das es tellerförmigen Armsystems mit der Welle Turbinen- oder Laufrad, aus welchem das den Untergraben D strömt. In das Innere des ragt ein gußeiserner Cylinder, der ßen, welcher in einen zweiten Cylinder ıdichtung eingepaßt ist und mittels der in erkennbaren Stangen zwischen Lauf- und f- und abgeschoben werden kann, und welcher Zufluß theilweise oder gänzlich unterbrechen zweite, äußere Cylinder ist in den aus d Bretern hergestellten Boden C mit dich- lusse eingebaut, sodaß das von zwei ge- Kanalwandungen G und einer hölzernen öllig eingeschlossene und bei A eintretende r durch das Rad in den Untergraben E kann. Die in der Mitte sichtbare gußeiserne ben befestigt, trägt unten in der Höhe des den Leitapparat und umschließt die oben aus ihr herausragende Welle, welche oben Zahnrade versehen ist und unten das Lauf- Uebrigens ruht das unterste Zapfenlager Hebel, welcher eine verticale Verschiebung des vornehmen läßt.

ıauart wird Niederdruckturbine, im ıu der in Fig. 4 dargestellten Hochdruck- genannt, welche eine völlig geschlossene tlich auch mit hermetisch abgedichtetem Deckel gußeiserne Turbinenkammer A hat, die über graben auf dem Gebälk D ruht und ver- Röhre B ihren Zufluß erhält. Diese Röhre t dem höher gelegenen Obergraben oder rvoir, beziehentlich einem Teiche in Ver- Das zufließende Wasser, welches für den Nichtvorhandenseins des erwähnten Deckels ausfließen würde, steht daher in A unter k; deshalb die Bezeichnung Hochdruckturbine. Derlich, daß die mit dem Rade G ausge- e, und ebenso daß die mittels der Kurbel- o dem oben auf A sichtbaren Räderwerke Stangen des Ringschützens in dem be- Deckel Stopfbüchsen erhalten.

ıkanische oder Francis-Turbinen.

aß das Leitrad innerlich und das Laufrad ıgebracht wird, kann auch die umgekehrte getroffen werden.

Constructionen dieser Art nennt man wol Francis-Turbinen, nach einem Amerikaner, welcher sich mit der experimentellen Untersuchung und der Vervollkommnung derselben viel beschäftigt hat. Auch werden sie amerikanische und von außen beaufschlagte Turbinen genannt, in welchem Falle die bisjetzt geschilderten Räder von Segner, Mannbury-d'Ectot, Cadiat und Fourneyron die gegensätzliche Bezeichnung der von innen beaufschlagten Räder erhalten.

Francis- oder amerikanische Turbinen sind auf Taf. 23 in Fig. 1, 3, 7, 12, 13 und 14 in verschiedenen Formen, jedoch keineswegs bezüglich der Aeußerlichkeit und des Nebensächlichen in der Francis'schen Originalform dargestellt.

In Fig. 7, welche eine Abbildung mit vielfach, behufs Verstattung eines Einblicks in das Innere, weggedachten Bestandtheilen vor Augen legt, ist A das in Wirklichkeit völlig geschlossene Zuflußrohr von rechteckigem Querschnitt, B das Laufrad mit den Schaufeln D, D, D, der Welle C und den Armen c, c, c; endlich sind a, a, a die Schaufeln des feststehenden Leitrades. Das Wasser fließt in der Richtung der eingezeichneten Pfeile in dem spiralförmig sich verjüngenden Einlaufe um das Leitrad herum, woher die Bezeichnung Spiral-Turbine.

Ebenso ist in Fig. 3 A das Laufrad mit den Schaufeln B und der Welle J, C der Einlaufkanal und D ein Theil des Leitrades.

In Fig. 1 fehlt der Leitapparat, wie bei der Cadiat'schen Turbine. Die Pfeile deuten die Einlaufsrichtung des Wassers an. Das Laufrad D mit den Armen C, den Schaufeln E und der Welle A, sowie die dosenartige, eiserne Radkammer G H J, und endlich die Transmissionswelle B mit der Riemenscheibe I sind leicht zu erkennen.

Die Francis-Turbine stammt übrigens von einer Construction her, welche nach ihrem Erfinder die Howd-Turbine, oder nach dem Bereiche ihrer ursprünglichen Anwendung United-States-Rad genannt wird.

Diese letztere war einfach aus Holz hergestellt und hatte nicht gekrümmte, sondern ebene Leit- und Radschaufeln. Eine aus Eisen hergestellte Verbesserung zeigen die Figuren 12, 13 und 14 auf Taf. 23.

In Fig. 12 ist der mit ebenen Schaufeln versehene Leitapparat abgebildet, in Fig. 13 das mit gekrümmten Schaufeln versehene Laufrad mit dem Deckel des Radkastens und in Fig. 14 die Einfügung des Leitrades in den Radkasten oder das Gehäuse.

Fig. 8 auf Taf. 23 zeigt gewissermaßen eine Combination einer von außen und von innen beaufschlagten Turbine, indem das bei C'' in das Gehäuse C C' fließende Wasser äußerlich in das Leitrad eintritt, jedoch innerlich in das unten sichtbare Laufrad gelangt, durch welche Anordnung es möglich ist, den mittels der Stangen K zu hebenden und zu senkenden (hier zum Theil abgebrochen dargestellten) Ring- oder Perspectivschützen J äußerlich am Leitrade anzubringen.

e. Henschel'sche Turbinen.

Während alle die bisher beschriebenen Formen aus dem Segner'schen Reactionsrade sich herleiten lassen, bildet das Euler'sche Rad den Urtypus für ein Constructionssystem, welches die in Fig. 10 auf Taf. 24 im Verticalschnitt dargestellte Schaufelung hat. Das Wasser fließt hier nicht, wie durch Fig. 12 veranschaulicht, horizontal, sondern vertical durch Leit- und Laufrad. Euler, übrigens auch der erste, welcher Leitschaufeln oder Leitröhren, wenngleich in ungenügender Anordnung einführte, hat zuerst dem Wasser den soeben bezeichneten verticalen Weg, nach Zurücklegung dessen

es übrigens ebenfalls nahezu horizontal austritt, durch entsprechende Bauart des Rades vorgeschrieben.

Sein Rad war indessen unvollkommen construirt, indem es, wie die Segner'sche Turbine, nur aus einzelnen krummen Röhren, anstatt aus einer Anzahl eng aneinander geschlossener Kanäle bestand, wodurch es die in Fig. 6 auf Taf. 24 veranschaulichte Gestalt annimmt, nämlich aus zwei Kränzen mit dazwischen angebrachten krummen Schaufeln besteht.

Diese verbesserte und heutzutage lediglich angewendete Constructionsform hat zufolge der historischen Forschungen Rühlmann's zuerst Henschel in Kassel (1837) und nicht nach französischen Angaben Fontaine (1840) eingeführt.

Dem letztern kann vielmehr nur die Anbringung der in Fig. 10 dargestellten, jeden einzelnen Leitschaufelraum abschließen lassenden Schützen als Erfindung zugebilligt werden, wovon später noch die Rede sein wird.

Nach dem Henschel'schen oder fälschlich sogenannten Fontaine'schen, beziehentlich noch fälschlicher sogenannten, weil noch später erfundenen Callon'schen Constructionssysteme sind die in Fig. 4, 5, 6 und 7 auf Taf. 24 abgebildeten Turbinen gebaut. Hiervon ist Fig. 5 die üblichste Bauart, im besondern derartig von Decker ausgeführt. Auf dem Fundamente A steht mit den Füßen B der Turbinenmantel. In demselben, sowie im Boden des im Durchschnitt dargestellten Radkastens aus Holz ist das gußeiserne Leitrad F mit wasserdichtem Abschlusse eingebaut. Dasselbe besteht in diesem besondern Falle aus drei ineinanderliegenden, jedoch aus einem einzigen Stücke gegossenen Rädern, von denen jedes eine dem in Fig. 6 dargestellten Laufrade ähnliche Gestalt hat. Dicht unter diesen Rädern befinden sich drei ebenfalls in einem einzigen Stücke gegossene Laufräder, deren Schaufeln jedoch nach Maßgabe der Fig. 10 entgegengesetzt denen der Leiträder gekrümmt sind. Selbstverständlich ist das Laufrad mit der in der Mitte sichtbaren und wasserdicht bei h durch den obern Teller des Leitrades gehenden Welle mittels eines Armsystems verbunden; jedoch besteht diese Welle aus einer Röhre, welche oben auf dem vom Fundamente bis dicht unter die Zahnräder verlängerten Stiftzapfen hängt und die Zahnräder K und L treibt. Der innere Ring des dreifachen oder dreiringigen Leitrades ist mit Verschlußklappen und der mittlere Ring mit einem vollen ringförmigen Schützen N versehen, welcher durch den Mechanismus O, P, S, Q bewegt werden kann. Der äußere Ring bleibt stets geöffnet, die beiden innern werden jedoch nur nach Maßgabe des größern Effectsbedürfnisses oder des geringern Wassermangels aufgemacht. Die Richtung des zu- und abfließenden Wassers ist durch Pfeile angegeben.

Fig. 4 stellt eine sehr ähnliche Constructionsform mit eisernem Radgehäuse dar. Man sieht vorn den Drosselschützen A im Einlaufe des Radkastens und erhält durch die Wegnahme der Seitenwand B einen Blick auf das im Innern befindliche Leitrad. Das Radgehäuse ist, wie in Fig. 4 auf Taf. 23, mit einem Deckel verschlossen, welcher eine Stopfbüchse zum Abdichten der hindurchgehenden Welle enthält. Der Grund hiervon liegt in der Voraussetzung, daß das Wasser von einem höher gelegenen Reservoir zugeleitet werde. Diese Construction ist daher eine Hochdruckturbine.

In Fig. 7 auf Taf. 24 ist ein Leitrad nicht vorhanden, sondern das in Fig. 6 separat dargestellte Laufrad befindet sich unmittelbar unter dem Einlaufgehäuse, welches schneckenhausartig hergestellt ist und dieser Construction daher die übrigens bedeutungslose Bezeichnung Schneckenhaus-Turbine ertheilt hat.

Die Henschel-Construction [illegible] findung von Turbinen Anlaß gegeben, [illegible] gestreckte schraubenförmige Schaufeln, [illegible] auf Taf. 24, haben, oder welche, [illegible] Taf. 23, aus einer vollen Schraube [illegible]

Allein ein hervorragender Beamter [illegible] schel's Erfindung ist noch derjenige, welcher [illegible] zösischen Schriftstellern Veranlassung gab, [illegible] der Erfindung desselben einen ihrer Landsleute [illegible] lehnen und danach ein ganzes Turbinensystem [illegible] Bezeichnung Jonval- oder Jonval-Turbinen zu belegen — nämlich der Schraube oder der Schlauch.

In Fig. 5 auf Taf. 23 ist hiervon [illegible] gegeben.

Man sieht hier zwei Hochdruckturbinen, nebeneinander stehen und [illegible] aus Stopfbüchsen herausragenden Welle [illegible] lich auf eine oben in der Mitte [illegible] missionswelle mittels Zahnräder (Stirnräder) [illegible] Als zwei schwarze Löcher stellen sich [illegible] Einlaufrohre dar; unmittelbar unter [illegible] sich die Leit- und Laufräder, und [illegible] der das Rad umschließende Mantel [illegible] graben fort, sodaß er die Gestalt eines [illegible]

Als Jonval ein Patent auf eine [illegible] nahm, und zwar 1841, also vier Jahre [illegible] Henschel, und zu derselben Zeit, wo [illegible] Turbine bereits eine herzoglich braunschweigische Schleiferei bei Holzminden trieb, [illegible] „von doppelter Wirkung", und in der [illegible] sagt werden, daß sie sowol drückend [illegible] wirke, indem das unter dem Rade [illegible] findliche Wasser ebenso wol, wie das [illegible] stehende den beabsichtigten Effect [illegible] sache ist, daß es wegen der Wirkung [illegible] Atmosphärendrucks als völlig gleich [illegible] an welcher Stelle der 10 Mt. über [illegible] dem atmosphärischen Drucke in einem [illegible] schlossenen Rohre gehobenen Wasserstand [illegible] rad angebracht wird. Allein die [illegible] Thatsache und die Heranreifung derselben [illegible] Erfindung ist im höchsten Grade [illegible] sodaß der Name Henschel, namentlich [illegible] die von Prof. Rühlmann nachgewiesene [illegible] gung desselben seitens der französischen [illegible] Fontaine und Jonval mit Betonung [illegible] zu werden verdient.

Aus den Rädern Fourneyron's und [illegible] hinsichtlich deren Anbringung und Verhältniß zu der Zuleitung des Wassers, [illegible] Schützenform u. s. w. in der allerjüngsten Geschichte der Erfindungen so viel Neues gewachsen, daß die in Betreff solcher nach den Gesetzen der Combination [illegible] findenden Gestaltungen fast erschöpft sind. [illegible] turbinen, Räder mit horizontalen oder [illegible] Wellen, von oben, von der Seite, [illegible] Taf. 23, von unten beaufschlagt und [illegible] Verbesserungen der Details verfehlen, [illegible] Zeit entstanden.

f. Girard'sche Turbine.

In dieser Beziehung sei der auf Taf. [illegible] dargestellten Heberturbine und der [illegible] Taf. 23 abgebildeten hydropneumatischen [illegible] bine von Girard Erwähnung geschehen. [illegible] Einrichtung der erstern stimmt mit der [illegible] bis auf die Hydropneumatisation überein.

Das heberförmig gebogene Saug-

acht, damit, trotz sehr geringer Gefällshöhe, ein äftiges, von Wirbelbewegungen freies Einfließen asers in das Rad von statten gehen möge.

Hydropneumatisiren besteht in einem von dem elbst mittels angehängter Pumpe bewirkten Ein- n von Luft in einen Raum (Fig. 9), welcher durch sich abschließende Ummantelung des Turbinen- gebildet ist, und hat den Zweck, ein Nieder- des Wasserspiegels unter das Rad zu bewirken, andernfalls im Unterwasser waten und hierdurch des stattfindenden Reibungswiderstandes in seiner ung gehemmt werden würde. Auch soll, och wesentlicher, eine auf Verminderung des hinwirkende Erscheinung behoben werden, welche . 10 und 11 auf Taf. 24 veranschaulicht ist. sieht hier, daß für den Fall des partiellen gelassenseins der bereits früher erwähnten Einzel- n ein unruhiges, Wirbelbewegungen und dem- ffectsverluste mit sich bringendes Hindurchfließen asers durch die Radschaufelräume platzgreift. 3 der in Fig. 11 erkennbaren, im Laufrade an- nten Oeffnungen kann aus dem erwähnten pneu- ten Mantel comprimirte Luft in die Schaufel- dringen und jene Wirbelbewegungen nieder- Und ferner werden durch die Pneumatisation gen Effectsverluste in Keime erstickt, welche durch me dieselbe stattfindende Eindringen des Unter- s in die völlig abgeschützten und demnach leeren selräume entstehen würden.

Partialturbinen und Tangentialräder.

er eine sehr kleine, in St.-Blasien aufgestellte ne nach Fourneyron'schem System berichtet Redten- , daß dieselbe nicht mehr als 31 Ctmt. äußern o Ctmt. innern Durchmesser hatte und trotzdem Effect von 47 Pferdestärken lieferte. Freilich ie auf dieselbe einwirkende Gefällshöhe nicht ge- als 108 Mt., während die Aufschlagwasser- $0{,}_{004}$ Kubikmt. in der Secunde betrug, und das e enorme Geschwindigkeit von 2300 Umdrehungen Minute annahm.

so sehr großen, aus einer bedeutenden Gefälls- esultirenden Geschwindigkeiten werden die Zapfen beträchtlichen Abnutzungseinwirkung ausgesetzt. ntschließt sich daher in solchen Fällen, die Tur- nicht voll zu beaufschlagen, nicht als Voll- nen zu construiren, sondern, indem man dem einen bei weitem größern Durchmesser gibt und h die Umdrehungsgeschwindigkeit abmindert, nur artiale Beaufschlagung stattfinden zu lassen und ad daher als eine sogenannte Partialturbine struiren.

n in diesem Falle die Turbine dem Fourneyron'- und noch mehr, wenn sie dem Francis'schen e (wie Fig. 7 auf Tafel 23) angehört, wird olche Partialturbine, wegen des alsdann statt- den innern oder äußern tangentialen Heran- s des Wasserstrahls an den Radumfang, auch entialrad genannt.

Fig. 11 auf Taf. 23 und in Fig. 3 auf Taf. 24 olche Tangentialräder oder Partialturbinen ab- t. Die erstere dieser Turbinen hat ein nach eyron'schem System construirtes, mit den Schau- versehenes Laufrad F, welches die Welle N und ansmission O, D, C und E bewegt. Dasselbe wird nur an der Stelle h beaufschlagt von dem Zu- sser, welches in dem verticalen, durch das obere A geführte Rohr F herbeigeleitet wird. Der nismus K l h läßt das Zuflußquantum regeln. . 3 auf Taf. 24 (im Durchschnitt dargestellt) be- dagegen aus zwei nach Girard'schem Systeme construirten Rädern, welche an ihren tiefsten Punkten beaufschlagt werden. Diese Abbildung zeigt demnach ein Beispiel von einer Doppelturbine und ebenfalls ein solches von der verticalen Aufstellung des Rades, also von der horizontalen Anordnung der Welle.

h. Details.

Besonders wichtig für die Turbine ist die Construction der Zapfen. Die letztgenannten Arten mit horizontalen Wellen können ohne Schwierigkeit mit Zapfen versehen werden, welche die Construction der üblichen Transmissionszapfen erhalten und keinen ungünstigern Einwirkungen, als diese, ausgesetzt werden. Bei den andern Turbinenarten muß jedoch der Zapfen unter Wasser laufen und ist alsdann dem Eindringen von mitgeführtem Sande und hierdurch einer kräftig wirkenden Abnutzungsursache preisgegeben, namentlich da er auch schwer zugänglich ist. Um ihn in dieser Beziehung zu schützen, um ihn mittels des Schmierölls waschen zu können und um auch im Stande zu sein, ein genaues Einstellen in die Achsenrichtung der Welle zu bewirken, hat man denselben außerordentlich viele verschiedene Constructionen und innere Einrichtungen gegeben, von denen die Fig. 13 bis 20 auf Taf. 24 einige Beispiele darbieten.

Auch hat man den Zapfen aus dem Wasser zu entfernen und durch besondere Einrichtungen ihn über Wasser anzuordnen, also ihn dem Wirkungskreise jener Abnutzungsursachen zu entrücken verstanden. In dieser Beziehung legen schon die Abbildungen 2, 6 und 9 auf Taf. 23, sowie 2, 5, 6 und 7 auf Taf. 24 Beispiele vor Augen. Allein in Fig. 15 und 16 auf Taf. 23 ist noch besonders in zwei unter rechtem Winkel genommenen Durchschnitten eine solche über Wasser angebrachte Zapfeneinrichtung dargestellt, bei welcher eine hohle Turbinenwelle und eine in derselben angebrachte feststehende, vom Unterwasser bis über Oberwasser reichende Zapfenspindel angewendet ist. Ferner zeigt auch Fig. 16 auf Taf. 24 eine solche über Wasser angebrachte, mit hohler Welle, darauf befestigtem Zahnrade (hier bruchstückweise dargestellt) und langer Zapfenspindel versehene Construction. Und Fig. 17 und 18 stellen im Grund- und Aufriß einen über Wasser angebrachten Zapfen mit drei, den Reibungswiderstand abmindern sollenden Antifrictionsrädern dar.

Wasserdruckmotoren.

(Tafel 24.)

Die Construction der Druckpumpe kann zur Herstellung einer Betriebsmaschine verwendet, diese Transportmaschine kann in eine motorische Maschine umgewandelt werden, und zwar einfach durch Umkehrung der Wirkungsweise. Anstatt daß der Kolben mittels einer motorischen Kraft hin- und herbewegt und hierdurch das Druckventil gehoben und das Wasser in eine nach auswärts geführte Röhrenleitung gedrückt wird, kann umgekehrt das Druckventil mittels einer äußern Kraft gehoben und somit der Kolben durch den Druck des Wassers hin- und herbewegt werden, sofern nach jedem Hube des Kolbens und jenen Gefülltsein des Cylinders mittels Oeffnens des Saugventils die Füllung des Cylinders abgelassen wird. Das Wasser tritt in diesem Falle nicht als transportirtes Object, nicht als bewegte Masse, sondern als motorische Substanz, als bewegender Körper auf; es wird nicht mit Aufwand von motorischer Kraft gehoben, sondern sinkt wieder unter Hervorbringung von mechanischer Arbeit.

Die nach diesem geschilderten Principe construirten Maschinen werden Wassersäulenmaschinen ge-

nannt. Ihre Construction unterscheidet sich von derjenigen der Kolbenpumpen im wesentlichen durch Mechanismen, mittels welcher das angedeutete Oeffnen und Schließen der Ventile selbstthätig vermöge des Ganges der Maschine bewirkt wird, d. h. durch die sogenannte äußere Steuerung, sowie durch Vorrichtungen, welche zweckentsprechender, als es mittels der Ventile möglich ist, das bezeichnete Ein- und Auslassen, den angedeuteten Zu- und Abfluß des Wassers regeln lassen, d. h. durch die sogenannte innere Steuerung.

Im Jahre 1749 von Höll in Ungarn und ziemlich gleichzeitig, nämlich 1753, von Winterschmidt in Deutschland (Harz) erfunden, und erst später (1765), wenn auch wahrscheinlich selbständig, von Westgarth in England nacherfunden, jedoch völlig zweckentsprechend und vollendet erst 1809 vom Salinenrath v. Reichenbach in Baiern construirt, sind die Wassersäulenmaschinen fast ausschließlich für Zwecke des Bergwesens in Gebrauch gekommen und geblieben.

Die enge Begrenzung dieser Wirkungssphäre rührt einerseits von der an die Zweckmäßigkeit der Wassersäulenmaschinen geknüpften Bedingung des Vorhandenseins sehr bedeutender Gefälle und andererseits davon her, daß meistens eine rotirende Bewegung gefordert wird, während die Wassersäulenmaschine eine alternirende und zwar eine so langsam alternirende Bewegung abgibt, daß zur Uebertragung derselben in eine rotirende eine sehr bedeutende Uebersetzung, also ein kostspieliger und Reibungsverluste verursachender Zwischenmechanismus angeordnet werden müßte.

Die neuerdings mehr und mehr sich verbreitenden vervollkommneten städtischen Wasserwerke oder Wasserversorgungsanstalten, mittels deren das Nutzwasser bis in die obersten Stockwerke der höchstgelegenen Gebäude getrieben wird, enthalten an vielen Stellen ihrer Röhrenleitungen einen Wasserdruck, welcher einem Gefälle von 30—60 Mt. und darüber gleichkommt. Hierdurch ist der Verbreitung der Wassersäulenmaschinen ein neues Gebiet eröffnet, namentlich, wenn es gelingt, der alternirenden Kolbenbewegung eine größere Geschwindigkeit zu ertheilen und einen Mechanismus herzustellen, welcher die oben gedachte Uebertragung in eine nicht zu langsame rotirende Bewegung mit möglichst einfachen Constructionen erreichen läßt. Diese Aufgabe zu lösen, ist dem Engländer Ramsbottom bereits geglückt. Fig. 8 und 9 auf Taf. 24 zeigt die von demselben erfundene kleine Wassersäulenmaschine mit rotirender Bewegung, welche jedoch in dieser Form Wasserdruckmotor genannt wird.

Aus den bezeichneten Figuren ist zu erkennen, daß diese Maschine aus zwei verticalen, um eine Mittelachse schwingenden oder oscillirenden Cylindern besteht, welche auf eine doppelt gekröpfte, d. h. mit zwei Kurbeln versehene Welle wirken, dieselbe in Umdrehung versetzend.

Der in Fig. 9 dargestellte Durchschnitt zeigt im besondern, daß diese beiden Cylinder mittels zweier Schrauben, welche in den beiden einander gegenüberstehenden Gestellböcken angebracht sind, gegen ein ebenfalls mit dem Gestelle verbundenes Mittelstück gepreßt werden. Diesem Mittelstück wird (Fig. 8) das Betriebswasser zugeführt und in den an den Cylindern angebrachten Kanälen bald über, bald unter den Kolben geleitet, beziehentlich wieder abgeleitet. Der Wechsel in dieser Zu- und Ableitung, sowie Ueber- und Unterleitung, also das Steuern der Maschine, wird einfach vermittels geeignet in dem bezeichneten Mittelstücke angebrachter schlitzförmiger Oeffnungen durch die Oscillation der Cylinder selbst bewirkt.

Eine vom Ingenieur Schmid erfundene dieser Constructionsform, mit welcher [illegible] grad oder Ausnutzungsgrad der [illegible] 80 Proc. erreicht wurde, ist mit der [illegible] worden, welchen im Jahre 1870 [illegible] für den besten, die Wasserkraft einer [illegible] leitung zu Zwecken der Kleinindustrie [illegible] den hydraulischen Motor ausschrieb, [illegible] 14 verschiedene, meistens turbinenartig [illegible] schinen in Concurrenz traten.

Prony'sches Dynamometer.

Um den Effect (die Anzahl der [illegible] messen, welchen die motorischen [illegible] mit ihnen verbundenen Transmissionen [illegible] bedient man sich des in Fig. 21 [illegible] bildeten Brems-Dynamometers [illegible] schen Zaumes. Dieses Instrument [illegible] eines Motors abwägen, wie die [illegible] wicht eines Körpers. Dasselbe besteht [illegible] backen E und F, welche die auf der [illegible] Welle befestigte Bremsscheibe [illegible] einem Hebel oder Balken C verbunden [illegible] seinem äußersten Ende die Wagschale [illegible] Bremsbacken können mittels der [illegible] gegen den Umfang der Bremsscheibe [illegible] so fest, daß sie sammt dem Hebel [illegible] wickelten Reibungswiderstandes von der [illegible] versetzten Welle im Kreise herumgeführt [illegible] würden, sofern nicht die Wagschale [illegible] lastet würde. Durch vermehrte Belastung [illegible] schale und durch gleichzeitiges Festziehen [illegible] den derartig, daß der Hebel in [illegible] Lage verbleibt, kann umgekehrt die [illegible] Stillstande an ihrer Umdrehung [illegible] Die Benutzung dieses Instrumentes [illegible] durch, daß so lange mehr und mehr [illegible] Wagschale gelegt und die Schraube [illegible] stärker und stärker angezogen werden, [illegible] bei horizontal bleibender Stellung [illegible] gewünschte oder einem gewissen [illegible] Anzahl von Umdrehungen macht. [illegible] legten Gewichten und der beobachteten [illegible] Umdrehungen läßt sich alsdann der [illegible] an die Welle abgelieferte Effect berechnen [illegible] nach der einfachen Formel

$$E = \frac{L}{716} \cdot n \cdot G \text{ Pferde}$$

sofern L die in der Figur angegebene [illegible] Hebels in Meter, G das aufgelegte [illegible] gramm und n die Anzahl der Umdrehungen [illegible] in der Minute bedeutet, und sofern [illegible] gangene Tarirung stattgefunden hat.

Um das Mitgenommenwerden des [illegible] zu weite Ausschlagen desselben zu verhindern, [illegible] die festen Balken I, I angebracht, [illegible] den Reibungswiderstand verursachten [illegible] ziehentlich das Anbrennen der Bremsscheibe [illegible] hindern, wird mittels eines Trichters [illegible] auf den Umfang der Bremsscheibe [illegible]

Windräder.

(Tafel 25.)

Die am meisten durch ihre Anwendung [illegible] der Windmühlen bekannten Windräder [illegible] Erfindung aus dem 11. Jahrhundert [illegible] mit einer Welle vereinigten Flächen [illegible] kraft des Windes aufnehmen und [illegible] in Umdrehung versetzen.

ei den gewöhnlichen, unsern Blicken meistens sich
ietenden Windmühlen heißen jene Flächen des
drades die Flügel, welche am häufigsten in
Anzahl von 4 oder 5, jedoch ausnahmsweise
von 3, 6 und sogar 12 mit dem oben, seitlich
der Mühle hervorragenden Kopfe der horizontal
etwas geneigt angebrachten Flügelwelle ver-
en sind. Diese Windflügel bestehen je aus einer
winkelig zur Welle angebrachten Ruthe, aus
an der letztern befestigten Scheiden oder Sprossen
und aus der Bedeckung, welche aus dem Wind-
t und aus Windthüren oder Segeltuch ge-
t wird.

aß mit der Flügelwelle ein Zahnrad oder eine
eufscheibe vereinigt ist, mittels welcher Organe
motorische Wirkung des Windrades auf irgend-
e Arbeitsmaschine transmittirt wird, ist selbst-
ändlich, und daß die Windmühlen entweder Bock-
len, oder Thurmmühlen, oder holländische Mühlen
gehört nicht hierher, da den Gegenstand der hier
handelnden Besprechungen nicht die Windmühle,
ern das Windrad bildet, welches auch zum Be-
e von Pumpwerken, Stampfen und andern Trans-
oder Arbeitsmaschinen Verwendung findet.

ebrigens ist in Fig. 15 von dem obern, das Wind-
entthaltenden Theile einer Thurmmühle eine kleine
lung gegeben. Darin bedeutet A den aus Holz
Mauerwerk hergestellten und die von der Welle L
ebenen Arbeitsmaschinen aufnehmenden Thurm,
e drehbare Haube, CDE die Flügelwelle, EF die
zwei Theilen zusammengesetzte Ruthe und FG ein
jeden Flügel zu dessen Unterstützung am Mönche
befestigtes Spannseil.

urch eine entsprechende Neigung der erwähnten
ssen gegen die geometrische Ebene der Ruthen,
t die bedeckte Fläche eine Neigung gegen die Rich-
des parallel zur Flügelwelle blasenden Windes,
infolge dieser Neigung vollzieht sich die Umdrehung
Rades. Ohne dieselbe würde das Rad vom Winde
einen axial gerichteten Druck erhalten, wegen Vor-
meisins derselben aber wird die Stoßkraft des
es in eine parallel und eine normal zur Flügel-
gerichtete Componente zerlegt, und während nur
ssere dieser Componenten einen axialen Druck ent-
läßt, bewirkt die letztere eine Umdrehung.

i den ältern Windrädern wurde jene Neigung
lle Sprossen gleich groß angeordnet, bei den
n Constructionen nimmt man sie jedoch für die
er Welle entfernter liegenden Sprossen geringer
daß infolge dessen die Flügeldedeckung eine wind-
e Fläche bildet. Wie überhaupt der Neigungs-
der Sprossen die Grundlage einer zweckmäßigen
ruction ausmacht, so ist die zu jener windschiefen
führende, differente Neigung der Sprossen
Verbesserung, und die beste Construction entsteht,
durch Krümmung der Ruthe die windschiefe
nochmals gekrümmt und zwar hohl hergestellt

gut construirten derartigen Rädern kann man
ine Leistung von etwa

$$= \frac{F \cdot v^3}{2800} \text{ Pferdestärken}$$

n, sofern F die gesammte bedeckte Flügelfläche
die secundliche Geschwindigkeit des Windes ist,
venn beide Größen in Metermaß ausgedrückt
n. Hatte z. B. ein Rad 5 Flügel von je 10 Mt.
und 2 Mt. mittlerer Breite, so würde dasselbe
ner Windgeschwindigkeit von 6 Mt. einen Effect
ine Leistung von

$$= \frac{5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 6^3}{2800} = 7_{,7} \text{ Pferdestärken}$$

ausüben.

Diese Berechnung ist jedoch nur richtig, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades in einem gewissen günstigsten Verhältnisse zur Windgeschwindigkeit steht.

Die „kaum merkbare" Geschwindigkeit der Luftbewegung von 1 Mt. steigert sich bis zu 20 Mt., in welchem Falle der Wind ein Orkan genannt wird, und sogar bis zu 40 Mt., in welchem Falle vom Winde Bäume entwurzelt und Gebäude niedergeworfen werden. Die den Windrädern günstigste Luftbewegung von 6—7 Mt. ist daher eine meistens nur erhoffte Erscheinung.

Da auch die zur Flügelachse parallel sein sollende Richtung des Windes veränderlich ist, so hat man Constructionen und Einrichtungen ersonnen, mittels welcher trotz aller dieser Zufälligkeiten der Naturerscheinungen die Wirkung des Windrades möglichst gleich günstig und gleich groß bleibt.

Bei den gewöhnlichen Constructionsformen, wie sie an den ältern und meistens auch noch an den neuern Windmühlen angewendet werden, accommodirt man sich der Veränderlichkeit der Richtung des Windes durch Drehung des das Rad tragenden Gerüstes oder eines Theils desselben, und der Veränderlichkeit der Stärke des Windes durch Entfernung eines Theils der aus Brettern oder Segeltuch bestehenden Flügeldedung, und man verfährt somit völlig im Sinne der oben angeführten Formel, nach welcher bei gleichbleibensollender Leistung das Product $F \cdot v^3$ constant erhalten, also F um so kleiner gemacht werden muß, je größer v wird.

Bei den neuern Constructionen wendet man dagegen zur Erreichung des letztern Zwecks häufiger eine Drehung der Flügel um deren Ruthen an, sodaß die vorhin als einflußreich erwähnte Neigung der Flügelfläche verändert wird.

Da es aber wirthschaftlich wichtig ist, sowol die letztere als die erste Veränderung nicht von kostspieliger Menschenhand vornehmen lassen zu müssen, sondern die Windkraft selbst zu diesen Zwecken auszunutzen, so haben die Verbesserungsbestrebungen nach diesem Sinne hin Richtung genommen, also zielen darauf ab, die bezeichneten Constructionen selbstthätig zu machen.

Ein Blick auf Taf. 25 zeigt, daß die selbstthätige Einstellung der Flügelwelle in die jeweilige Windrichtung vermittels entweder einer großen, aus Holz, Segeltuch oder Blech hergestellten Windfahne oder eines kleinern Windrades (Fig. 12, 15) bewirkt wird, welches rechtwinkelig zum großen, eigentlichen Windrade angebracht ist und auf einen Mechanismus einwirkt, der den obern Theil des Radgerüstes in Umdrehung versetzt.

Die selbstthätige Veränderung der Flügelfläche und Flügelneigung wird dagegen durch Vorrichtungen bewirkt, von denen einige im Folgenden mit Bezugnahme auf unsere Darstellungen beschrieben sind, welche allerdings in der Mehrheit die Abbildung von Modellen und nicht von ausgeführten Rädern geben.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen ein auf einem Gerüst A mittels oben angebrachter Scheibe drehbares und durch die senkrecht zur Flügelebene angebrachte Windfahne in Umdrehung versetztes Windrad, dessen 4 Flügel um deren Ruthen drehbar sind. Diese letztere Drehung wird, wie Fig. 2 in vergrößertem Maßstabe zeigt, vermittels kleiner Zahnradsegmente bewirkt, welche auf den untern Enden der Ruthen angebracht sind und mit einer an allen vier Seiten verzahnten quadratischen Stange in Eingriff stehen, welche in der Wellen-

richtung verschiebbar ist. Diese Zahnstange liegt in und die Flügel um deren Ruthen [illegible] der hohl hergestellten Flügelwelle und steht mit einem seinem vordern Ende angebrachten [illegible] Mechanismus in Verbindung, welcher von einem am nismus dreht. Außerdem können [illegible] Fuße des Gerüstes angebrachten Centrifugalregulator durch Walzen h h, darauf befestigten [illegible] bewegt wird. Schnuren m, r, sowie Seilloken q, [illegible] wickelt werden.

Je schneller bei stärker werdendem Winde oder bei Ein in der hohlen Flügelwelle [illegible] schwächer werdendem Arbeitswiderstande das Rad sich ist ferner auch bei dem Rade von [illegible] umdreht, je schneller daher die mit der Radwelle durch Fig. 16 die mittlern Theile zweier [illegible] Zahnräder verbundene verticale Welle I in Umdrehung anschaulicht, als regulirender [illegible] versetzt wird, desto weiter werden die Kugeln des eben- Anwendung gebracht. Bei diesen [illegible] falls mit dieser Welle verbundenen Regulators aus- Flügeldecke nicht ein Holz- oder [illegible] einandergetrieben und je flacher gegen die Wind- Segel, sondern eine jalousieartige [illegible] richtung werden alsdann vermittels des Zahnstangen- Blech angebracht, sodaß der Verfahrens- [illegible] mechanismus, welcher zum Theil auch in der hohlen Welle kraft nicht durch Verdrehung der [illegible] I angebracht ist, die Flügel gestellt. Da aber eine solche flächen um die Windruthen, sondern [illegible] Flacherstellung die Umdrehung verlangsamt, so wird der Einzelbestandtheile der Jalousie [illegible] auf diese Weise eine ziemlich constant bleibende Um- wird. Die stärker werdende Windkraft [illegible] drehungsgeschwindigkeit für alle Wechselfälle in der der Zahnstangen L dahin, den höchst- [illegible] Windgeschwindigkeit entstehen und, wenn die Neigung tirt gezeichnete Lage zu ertheilen, [illegible] der Flügel für eine unbedeutende Windgeschwindigkeit einer um eine Trommel geschlungenen [illegible] im Interesse eines möglichst vortheilhaften Wirkungs- Kette F hängende Gewicht G mittels [illegible] grades regulirt ist, so wird auch der entwickelte Effect Trommel verbundenen Zahnrades und [illegible] in allen Wechselfällen eine erwünschte Stärke annehmen. stange U durch Verschiebung des Sta[illegible] Behufs völliger Flachstellung der Flügel und hierdurch streben entgegenwirkt und somit [illegible] erzielbarer Abstellung des Windrades dient der den eine Gleichgewichtslage veranlaßt.

Regulator heben lassende Hebel K, während die Ueber- An Stelle des in der hohlen [illegible] tragung der Wirkung auf eine Mühle, Pumpe oder baren Stabes haben Brown, Dr. [illegible] Arbeitsmaschine vermittels hier nicht weiter ange- und Lempcke an ihren in Fig. 3, 4, [illegible] gebener Riemenscheiben oder Zahnräder bewirkt wird. 11 abgebildeten Windrädern nachfolgenden Mechanismen verwendet.

Eine Drehung der Flügel A um deren Sprossen B Mit einer auf der Radwelle [illegible] durch den Wind selbst wird auch bei der in Fig. 12 stehen in Fig. 3 mittels Charniere [illegible] abgebildeten Constructionsform vermittels eines in der M in Verbindung, welche anderenseits [illegible] hohlen Welle O angebrachten Stabes E bewirkt. Der- ruthen vereinigt sind, und zwar [illegible] selbe ist jedoch nicht verzahnt, sondern trägt zur Er- mittels Hülsen H, in welchen [illegible] reichung desselben Zwecks an seiner Vorderseite ein schieben können. Vermöge dieses [illegible] Kreuz F, an dessen Spitzen Seile G befestigt sind, ein kräftiger werdender Windstoß [illegible] welche die Ecken der Flügel A ergreifen. Wähkend zu verschieben, aber hat dabei [illegible] die Windkraft vermöge dieses Mechanismus den Stab E wirkende Kraft zu überwinden, welche [illegible] in der Richtung des eingezeichneten Pfeiles zu ver- und durch das daranhängende Gewicht [illegible] schieben strebt, wirkt ein auf das andere Ende von E eine Spiralfeder entwickelt wird, [illegible] mittels eines Gewichts J verschiebbarer, gekrümmter verschiebbaren Nabe und einer [illegible] Stab H diesem Bestreben entgegen. Durch die aus befestigten Hülse angebracht ist. [illegible] dieser Wirkung und Gegenwirkung hervorgehende Gleich- stoße bewirkte momentane Beschleu[illegible] gewichtslage wird eine der jeweiligen Windstärke ent- drehung werden ferner vermöge der [illegible] sprechende Neigung der Flügelflächen erreicht, während der gewichtigen Lager L (in Fig. 5 [illegible] das kleine Windrad L mit Zubehör die Einstellung Maßstab dargestellt) die Segel K nach [illegible] in die Windrichtung, und das konische Räderpaar D und hierdurch wird vermittels der [illegible] und K die Fortpflanzung des Effects vermittelt. Ruth 4 eine Drehung der Flügelflächen [illegible] änderung des Neigungswinkels derselben [illegible] Das ganz aus Blech hergestellte und für die Wasser- die Einstellung des Rades gegen den [illegible] stationen (Pumpwerke) vieler hannoverscher Eisenbahn- mit dem drehbaren Gestelle verbunden [illegible] höfe mit günstigstem Erfolg in Anwendung gebrachte wird, ist sofort zu erkennen, und [illegible] Windrad Kirchweger's, welches in Fig. 17 im Durch- mechanismus zeigt Fig. 4 in [illegible] schnitt abgebildet ist, hat eine der soeben beschriebenen Construction sehr ähnliche Einrichtung. Die Flügel Während die Centrifugalkraft [illegible] sind in der Figur, welche die hohle Radwelle mit dem der Regulirung des Neigungswinkels [illegible] darin verschiebbaren, vorn mit einem Kreuz versehenen mittels des konischen Pendels und [illegible] und hinten gegen einen belasteten Hebel wirkenden directer vermittels der mit schraubenförmig [illegible] Stab erkennen läßt, in ihrer Flachstellung gezeichnet, sehenen Gewichte L herangezogen [illegible] und linkerhand, dicht davor, befindet sich eine Vorder- zu gleichem Zwecke bei den von Dr. [illegible] ansicht von der zur Befestigung der fünf Flügelruthen construirten und in Fig. 8, 9 und [illegible] mit der Radwelle verbundenen gußeisernen Rosette Windrädern Verwendung vermittels [illegible] und dem davor befindlichen vorgenannten fünfarmigen denen eins in Fig. 10 mit C bezeichnet [illegible] Kreuze. selbe ist auf einer Stange C C verschiebbar [illegible]

Auch das in Fig. 13 und 14 abgebildete Witting'sche in einer gewissen Position durch eine [illegible] Windrad, welches auf dem Gestelle A und dem auf befestigte Spiralfeder C C gehalten [illegible] Rollen drehbaren Ringe D in den Lagern a ruht, er- Stangen r befestigt, welche anderenseits [illegible] hält seine Regulirung durch einen in der hohlen um deren Ruthen drehbaren Flügeln [illegible] Welle c verschiebbaren Stab d, welcher mit seinem dung stehen. Die Ruthen sind in [illegible] untern Ende, wie Fig. 14 grundrißlich darstellt, gegen innern Ringe gelagert. Eine [illegible]

Gewichte so weit, als es die Spiralfedern zu-
ial auswärts und veranlaßt durch jene Stangen-
g eine Drehung und Flachstellung der Flügel.
ist der durch die Windfahne bewegte Be-
des Gerüstes um einen oben auf dem festen
ngebrachten hohlen Zapfen und um den
rehbar, welcher mit dem horizontalen Theile
erüstes durch eine schräge Strebe und eine
in Verbindung steht. Durch diesen hohlen
die mittels konischer Zahnräder mit der
e in Eingriff stehende verticale Betriebswelle
lche behufs der Transmittirung des Effects
welche Arbeitsmaschine an ihrem Fuße die
ibe V trägt.
trifugalgewichte sind außer mit den Flügeln
Hebeln (Fig. 9) verbunden, welche auf ein
oder Hemmrad einwirken und hierdurch das
um Stillstehen bringen, sobald sie sehr weit
dert werden.
gehört übrigens zu Fig. 8, welche eine im
n mit Fig. 10 identische Construction dar-
h von dieser letztern durch die Bauart des
er, aus Segeltuch hergestellter Windfahne
ten Drehgerüstes sich unterscheidet.
11 ist abermals eine auf der Flügelwelle
te Hülse angebracht, welche einerseits durch
den äußern Ecken der Flügel und anderer-
ls horizontaler und verticaler Zugstangen
andern, den verticalen Träger umfassenden
en Hülse und mit einem mittels Kette
stigten belasteten Hebel verbunden ist. Da
an den Windruthen einseitig befestigt und
federnd hergestellt sind, so erwächst ver-
eschriebenen Mechanismus aus dieser Feder-
der Hebelbelastung und aus dem Wind-
Resultante, welche der Flügelfläche eine zu
geschwindigkeit passende Neigung ertheilt.
s mag bemerkt werden, daß die auf der
angebrachte verschiebbare Hülse gleich-
einen oben am Drehgerüste befestigten
ismus einwirkt, welcher eine selbstthätige
der Hemmung bewerkstelligt, während der
esten Gerüst angebrachte gabelförmige Hebel
ung von der Hand bewirken läßt. Die
triebswelle steht in einer hohlen gußeisernen
lche mittels eines dieselbe umschließenden
ch vier mit dem festen hölzernen Gerüste
Stangen gehalten und je nach der Wind-
dreht wird. Die auf diese Drehung ein-
indfahne ist in der Abbildung fortgelassen.
gleichende Betrachtung lehrt, daß die im
n beschriebenen Windräder in ihrer Con-
ehnlichkeit mit gewissen Transportmaschinen
und Luft haben. Einige Centrifugalpumpen
Constructionsarten von Ventilatoren sind
ichbar. Zum Beispiel hat der auf Taf. 21
abgebildete Ventilator eben solche Flügel
brad. Aber auch gewisse andere motorische
haben Aehnlichkeit mit den Windrädern.
af. 24 in Fig. 6 abgebildete Turbinen-
schel'schen Systems besteht, wie ein Wind-
er Anzahl von windschiefen, oder schrauben-
genen Flächen, welche in Gestalt eines
eine Welle gruppirt sind. Diese Flächen
auptbestandtheile sowol der Turbine, als
des; sie sind die Receptoren bei jenen für
e Substanz des Wassers, bei diesen für
e Substanz des Windes.
türlich, daß man auf Grund solcher ver-
Betrachtungen auf die Idee der Ver-
wendung auch anderer Constructionen von Turbinen und Ventilatoren zu aërodynamischen Zwecken gelangte.

Die Constructionsform der von außen beaufschlagten sogenannten Francis-Turbine, welche auf Taf. 23 in Fig. 7 dargestellt ist, gehört hierzu. Wird der Mantel dieser Turbine weggedacht, sodaß nur das Lauf- und Leitrad derselben übrigbleibt, so entsteht die ungefähre Form eines in Anwendung gekommenen und hin und wieder auch jetzt noch ausgeführten Windrades. Die Radwelle wird alsdann, wie bei der genannten Turbine, vertical angeordnet und läßt in dieser Anordnung den Vortheil erreichen, daß das Rad nicht gegen die Windrichtung gestellt zu werden braucht und somit einer Windfahne mit zugehörigen Mechanismen entbehren kann. Von welcher Richtung der Wind auch zuströmen mag, immer wird eine Hälfte des Rades von demselben getroffen werden, jedenfalls werden die auf der einen Hälfte dieser Hälfte befindlichen Leitschaufeln denselben dem Laufrade zuführen, während die auf der andern Hälfte dieser Hälfte angebrachten Leitschaufeln ihn ablenken und ihn an einer störenden Beeinflussung der Drehung verhindern werden.

Solche mit verticalen Wellen construirte Räder werden horizontale Windräder genannt, weil deren Räder in einer horizontalen Ebene sich umdrehen.

Auf Taf. 25, Fig. 6, 7 sind zwei andere Constructionsformen solcher Horizontalräder abgebildet.

Die auf der verticalen Welle B in Figur 6 mittels der Nabe D befestigten Ruthen oder Radarme E, welche von den ebenfalls an der genannten Welle befestigten Zugstangen g gehalten und durch die Stangen h versteift werden, tragen an ihren äußersten Enden die vier Rahmen F, welche die Lagerung für gekröpfte und die Flügel G aufnehmende Wellen i bilden. Würden diese Rahmen einfach mit Segeltuch überspannt sein, so würde der zuströmende Wind gegen diejenigen Flügelflächen, welche auf dem Wege ihrer Umdrehung demselben entgegenbewegt werden müssen, offenbar ebenso heftig stoßen, als gegen diejenigen dieser Flächen, welche derselbe bewegen soll, und die Folge davon würde der Stillstand des Rades sein. Es muß daher ein Mechanismus angeordnet werden, welcher bewirkt, daß der in der Richtung des Windes zu bewegende Flügel dem Windstoße seine volle Fläche darbietet, und daß der in der entgegengesetzten Richtung zu bewegende Flügel diesem Windstoße eine möglichst geringe Fläche preisgibt. Ein solcher Mechanismus ist durch die Schnuren J gebildet, welche an den Flügeln G befestigt, durch die Gewichte W belastet und über Rollen geleitet sind, welche an den äußern Enden der an den Ruthen angeordneten schrägen Arme und unter der Nabe D angebracht sind. Mittels der Winde M können die Gewichte W gehoben, somit die Schnuren entlastet und die Flügel frei gemacht und zum Stillstand gebracht werden, eine Wirkung, welche auch durch eine sehr heftige, die Flügel sehr flach stellende und somit die Gewichte W hebende Windströmung erreicht wird.

Im Vergleich mit den früher beschriebenen verticalen Windrädern hat diese Construction der Figur 6 offenbar die Vereinfachung, daß außer dem Windfahnenmechanismus auch die horizontale, mittels konischer Räder mit der verticalen Betriebswelle verbundene Flügelwelle in Wegfall kommt, indem das Windrad unmittelbar an der verticalen Betriebswelle befestigt ist, welche an ihrem Fuße behufs der Transmittirung des Effects nur mit einem Zahnrade C oder einer Riemenscheibe ausgerüstet zu sein braucht.

Die auf Taf. 25, Fig. 7 abgebildete Constructionsform ist sogar noch einfacher, da bei ihr auch der die Flügel-

verstellung bewirkende Mechanismus in Wegfall gekommen ist. Hier trägt nämlich die in der hohlen Säule A gelagerte und unterhalb derselben das (hier nicht sichtbare) Transmissionsorgan enthaltende Welle B mittels der Ruthen oder Radarme D etliche metallene oder aus Holzwerk und Segeltuch hergestellte hohle Konen C, welche auf Grund eines hydraulischen oder aërodynamischen Gesetzes die Eigenschaft besitzen, eine größere Triebkraft dem in ihre Höhlung stoßenden, als dem auf ihre äußern, convexen Flächen einwirkenden Winde zu entziehen. Wenn daher die Windströmung parallel zu unserer Bildfläche von rechts nach links gerichtet wäre, so würde der dem Beschauer zunächst abgebildete Konus C kräftiger, als der auf der entgegengesetzten Seite, also hinten, sichtbare Conus vom Windstoße ergriffen werden, und somit würde aus der Differenz dieser Kräfte eine Umdrehung des Rades entstehen.

Wenn auch mit dem soeben beschriebenen Rade noch ein Mechanismus in Verbindung gebracht werden muß, welcher die mit der Windgeschwindigkeit veränderliche Umdrehungsgeschwindigkeit zu regulisen hat, und welcher im vorliegenden Falle, in welchem ein Pumpwerk getrieben werden soll, mit dem Wasserstande im Reservoir J in Zusammenhang gebracht ist, so stellt sich doch die Construction dieser horizontalen Räder einfacher als die der verticalen heraus. Wenn dieselben den letztern trotzdem nicht den Rang abgelaufen haben, so ist die Ursache hiervon der Umstand, daß sie bei gleicher Größe dem Winde weniger Effect als die verticalen Räder entziehen, oder mit andern Worten, daß sie behufs Ableistung eines gewissen gewünschten Effects voluminöser als ihre verticalen Gattungsgenossen hergestellt werden müssen, und daher für denselben Zweck und unter sonst gleichen Umständen trotz der bezeichneten Constructionseinfachheit theurer als diese zu stehen kommen.

Da überhaupt das Kriterium für den praktischen Werth einer motorischen Maschine der Kostenpunkt ist, so haben die Windräder wegen ihrer sehr hoch sich belaufenden Herstellungskosten den meisten übrigen Motoren nicht mit Erfolg Concurrenz machen können, trotzdem die für dieselben verwendete motorische Substanz gratis von der Natur zu beziehen ist, und trotzdem daher die Betriebskosten, nicht wie bei den thermodynamischen oder auch bei den einen Wehr- und Kanalbau erfordernden hydraulischen Motoren, verschwindend klein sind.

Immerhin dürften sie jedoch noch häufiger, als thatsächlich, zur Verwendung gelangen, wenn nicht die überwiegende Mehrzahl ihrer Anwendbarkeitsfälle durch die Unzuverlässigkeit der Windkraft und durch die hieraus hervorgehenden, unvorherzusehenden Betriebsunterbrechungen von zu bedeutenden finanziellen und technischen Nachtheilen bedroht würde.

Dampfkessel.

(Tafel 26.)

Die Dampfkessel werden hier lediglich in ihrer Beziehung zu den Dampfmaschinen betrachtet werden. Wir treten daher mit der Tafel 26 in das Gebiet der thermodynamischen Motoren.

Die Stellung dieser Motoren zu den übrigen motorischen Maschinen wurde bereits auf Seite 52 gekennzeichnet.

Dieselben sind mechanische Vorrichtungen, welche Wärme erzeugen und dieselbe in Bewegung oder mechanische Arbeit umwandeln. Die Wärmeerzeugung geschieht durch Erregung eines chemischen Processes, durch Bewirkung einer Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffs mit den chemischen Bestandtheilen der verbrennbaren Brennmaterialien; die Umwandlung der Arbeit erfolgt durch physikalische Zustände, in der die Wärme aufnehmenden materiellen Substanz.

Ein thermodynamischer Motor besteht aus zwei ihrer Wirkungsweise nach wesentlich verschiedenen Theilen, nämlich aus demjenigen, welcher die Wärme entwickelt und dieselbe der materiellen Substanz mittheilt, und demjenigen, welcher die Wärme in Arbeit umwandelt und diese Arbeit der Substanz nehmen überträgt. Der erste dieser Theile heißt der Erhitzungsapparat, Calorifer, Dampfkessel, Retortenofen u. s. w. genannt, der zweite heißt die Maschine.

Bei den üblichen Gaskraftmaschinen findet eine völlige constructive Sonderung dieser beiden Theile anzutreffen; der die motorische Substanz, das Leuchtgas, entwickelnde Retortenofen functionirt unabhängig von der Maschine. Bei den Dampfmaschinen oder Heißluftmaschinen findet sich eine constructive Vereinigung beider Theile in einer Einheit vor. Und bei den Dampfmaschinen kommt der Theil zu dem andern wol hin und wieder in constructiven Beziehung (Locomotiven, Locomobilen, transportable Dampfmaschinen), die Beziehung, daß der Dampfkessel abgesondert für sich gebaut wird, ja daß er, auch zu verschiedenen Zwecken als zum Maschinenbetriebe, verwendet werden kann, als in engem Anschlusse zur Maschine aufgestellt wird.

Wie an einem Centralpunkte einer Stadt die gasförmige Substanz des Leuchtgases bereitet und durch Röhrenleitungen den für die Benutzung bestimmten Orten zugeführt wird, wie an Centralpunkte einer Stadt Wasser in die Höhe gepumpt und mittels der Wasserleitung den hier aufgestellten hydraulischen Motoren, z. B. dem Wasserdruckmotor oder der Escher'schen Turbine geliefert wird, ebenso könnte in einer Stadt eine Central-Dampfkesselanlage mit Leitung von Dampfröhren angebracht werden, deren die irgendwo in der Stadt aufgestellten Dampfmaschinen mit Dampf versorgt würden. Wie einer Gas- und Wasserleitung der Zweck der Versorgung mit motorischer Substanz, nämlich Material, beziehentlich Nutzwasser erreicht wird, so eine Dampfleitung sowol für den Dampf, welcher als zu Heizzwecken verwendet werden, dienen würde in einem solchen Falle um so mehr, als die Dampfkesselanlage isolirt erscheinen.

Der Dampfkessel ist ein zur Erzeugung von Dampf und zwar meistens von tropfbarem Dampf geeignetes metallenes Gefäß, mehr oder weniger innige constructive Verbindung mit dem Dampfkesselofen, d. h. der zur Erzeugung der Wärme und Uebertragung derselben dienenden eigneten Feuerungsanlage, gebraucht. Die Gesammtheit dieser Verbindung Dampfkesselanlage.

Die Bezeichnung „Dampfkessel" für die Bezeichnung von Kessel und Ofen, und die Bezeichnung „Dampfkesselanlage" für die ganzen solcher Anlagen bestehende Gesammtheit ist eigentlich, jedoch üblich geworden, zur Bezeichnung der Constructionen die Vereinigung von Kessel und Ofen in eine völlige constructive Verbindung (Locomotiv-, Locomobil-Kessel).

Nachdem die Erfüllung der Forderung, die gewünschte Dampfmenge mittels einer Anlage innerhalb vorgeschriebener Zeit zu erzeugen, hat, ein Problem zu bilden, treten

linie die Gefahrlosigkeit und die Billigkeit pfentwickelung.

iesem Gesichtspunkte aus müssen die neuern onen der Dampfkesselanlagen beurtheilt wer- bei ist die Billigkeit nicht nur rücksichtlich des erialverbrauchs, sondern auch hinsichtlich der gskosten und derjenigen für die Bedienung en. Denn es stellt sich heraus, daß in dem s für einen gegebenen Zweck die wirk- handtheile eines Dampfkessels vergrößert wer- Abminderung des Brennmaterialverbrauchs daß aber die Kosten für eine über gewisse ginausgehende derartige Vergrößerung von rch erzielten Brennmaterialersparungen nicht en werden.

ächst die allgemeine Einrichtung einer Dampf- e vor Augen zu legen, dient Taf. 26, Fig. 1, en Längendurchschnitt darstellt.

zur Hälfte mit Wasser gefüllte Kessel A ieder N und dem beide verbindenden Stutzen rt als solcher zu erkennen. Derselbe wird gemauerten Ofen umschlossen, welcher vorn rraum mit dem Roste O enthält und mit nungen des Kessels und des Siederes eine n Kanälen, Feuerkanälen, Rauchkanä- en, bildet, in welchen die heißen Verbren- ucte zunächst von vorn nach hinten, dann nach vorn und abermals von vorn nach itet werden, um schließlich in den Schorn- die Esse P zu gelangen. Der mit U be- aum gehört nicht zu diesen Kanälen, son- ittelt in diesem besondern Falle, von den rch die Wölbung R getrennt, lediglich die der Flugasche aus den Kanälen.

ichnete Leitung oder Bewegung der Ver- roducte, der Transport derselben durch die nlage und aus derselben hinaus, sowie der der für den Verbrennungsproceß erforder- en Luft in die Feuerungsanlage wird durch stein in der bei den Transportmaschinen deuteten Weise vermittelt, kann aber auch ung einer Transportmaschine, eines Ven- ner Gebläsemaschine, einer Luft- oder pumpe (Exhaustor) u. s. w. bewerkstelligt

e Raum des Kessels zerfällt in den Was- eu Dampfraum. Derjenige Theil der es Kessels, welcher mit den heißen Ver- sen in Berührung gelangt, also einen Be- n den Umfängen der Feuerkanäle bildet, läche genannt, und zwar directe und Heizfläche, je nachdem er unmittelbar über liegt und die directe oder ausgestrahlte ch aufnimmt, oder entfernter vom Roste

m Interesse der Sicherheit gegen Explo- verfügten gesetzlichen Vorschrift, daß die r an den den Wasserraum umschließenden n des Kessels angebracht werden dürfe, ngs in Ausnahmefällen abgewichen.

sorium zu der Dampfkesselanlage ist in Reihe von Apparaten und Vorrichtungen welche unter den Titel der Garnitur ur fallen.

thür und der Rost O, sowie der behufs ns und der innerlichen Reinigungsvor- Kessels angebrachte Manulochdeckel D Garnitur, und ebenso der Schieber oder ister H, welches eine Regulirung des der eindringenden Luftmenge, beziehent- lich ein völliges Abschließen bewirken läßt. Auch ist das Speiserohr E hinzuzuzählen.

Zur Armatur, d. h. zum Rüstzeug gegen Explosionsgefahr, gehören die Sicherheitsventile B, G und C, von denen das letztere auch als An- und Abstellventil für das an der Stelle C abgeleitete Dampfrohr benutzt wird, und der Schwimmer I mit dem den Wasserstand äußerlich erkennbar machenden Mechanismus F.

Der Sieder oder das Siederohr N kommt häufig gänzlich in Wegfall, wie z. B. in Fig. 18, wo nur ein einziger Cylinder A vorhanden ist. Derselbe wird nicht selten auch tiefer unter dem Kessel angebracht, wie in Fig. 10, wo die Verbrennungsgase von dem Feuerraum H aus zunächst an den mit dem Halse N und dem Dome M versehenen Hauptkessel AB ihre Wärme abgeben, und hierauf erst mittels des Kanals K an den mit dem Speiserohre EF versehenen Sieder CD gelangen, welcher in dieser Anordnung jedoch richtiger Vorwärmer genannt wird.

Ferner bringt man das Siederohr auch wol, wie Fig. 8 zeigt, im Innern des Kessels an, wo es alsdann gemäß seiner veränderten Wirkungsweise Feuer- oder Rauchrohr heißt. Uebrigens zeigt diese Abbildung die Art und Weise der mittels Nieten vorgenommenen Zusammenfügung der einzelnen Blechplatten, wobei noch bemerkt werden kann, daß heutzutage zu den größern Kesseln nur Eisenblech, oder hin und wieder Stahlblech und nie Kupferblech oder Gußeisen verwendet wird.

Fig. 12 zeigt die Anbringung zweier Rauch- oder Feuerrohre in ein und demselben Kessel, und gibt außerdem ein Bild von einer aus mehrern Kesseln zusammengesetzten Kesselanlage, durch Weglassung eines Theils des obern Gewölbes einen Einblick in das Innere der obern Kanäle gewährend. Die Roste sind in diesem Falle unter den großen Kesseln angebracht; sehr häufig legt man sie jedoch auch in die Feuerrohre, in welchem Falle die Kessel Fairbairn-Kessel oder uneigentlich auch Cornwall-Kessel genannt werden; erstere Benennung nach dem Erfinder, letztere nach dem Landstriche in England, in welchem eine ähnliche Constructionsform häufig und vorzugsweise verwendet wurde.

Die Anbringung einer größern Anzahl von Rauchrohren führt zu der Construction des Vielrohr- oder Multitubularkessels, von welchem in Fig. 2 und 6 aufrechtstehende und in Fig. 7 ein liegendes Exemplar abgebildet sind. Die innere Einrichtung der erstern ist aus der Durchschnittszeichnung der Fig. 2 zu ersehen, welche noch die Besonderheit eines in den Feuerraum hineinragenden kugelförmigen Bestandtheils aufweist. Die innere Einrichtung von Fig. 7 kann jedoch nur aus dem auf Taf. 32 in Fig. 13 längsdurchschnittlich dargestellten Locomotivkessel oder aus Betrachtung desjenigen Kessels erkannt werden, welcher, auf Taf. 31 in Fig. 7 abgebildet, einer Locomobile angehört, und bei welchem, wie behufs des innerlichen Reinigens von Kesselstein, das den Feuerraum enthaltende Feuerrohr mit dem Rauchrohrbündel herausgezogen erscheint.

Die Rauchrohre erfüllen, weil sie vom Dampfdrucke äußerlich gepreßt werden und somit deformirt werden können, das eingangs erwähnte Erforderniß der Gefahrlosigkeit nicht in gleichem Maße günstig, als die Siederöhren, Vorwärmer oder cylindrischen Hauptkessel, welche vermöge des innerlich in ihnen wirkenden Dampfdrucks die der Haltbarkeit günstige Gestalt des Cylinders mehr und mehr annehmen.

Die Gefahr der Explosion wird aber um so geringer, je kleiner der Durchmesser der Rauchrohre ge-

nommen wird. Von diesem Standpunkte aus stellen sich die aus engen Röhren gebildeten Vielrohrkessel als explosionssicher dar, sowie gleichzeitig Hand in Hand hiermit das Erfülltwerden der andern eingangs erwähnten Anforderung, nämlich der der Billigkeit, geht. Denn je enger ein Rohr hergestellt wird, desto dünnwandiger darf es unter sonst gleichen Umständen hergestellt werden, und je dünnwandiger die erforderliche Heizfläche fabricirt wird, desto billiger kommt der betreffende Kessel hinsichtlich des Materialaufwandes.

Die Erkenntniß dieser einfachen Schlußfolge ist neuerdings mehr und mehr durchgedrungen und wurde Anlaß zur Erfindung einer größern Anzahl moderner Kesselformen.

Die Anbringung von Rauchrohren hat stets das Vorhandensein eines Kessels zur Voraussetzung, welcher das Röhrenbündel umschließt, welcher um so größer sein muß, je mehr Röhren angewendet werden sollen, und welcher daher in um so höherm Grade der Anforderung an Dünnwandigkeit und Billigkeit widerstreitet.

Daher hat man die Kessel nicht aus engen Rauchröhren, sondern aus engen Wasserröhren zusammengesetzt, wie es übrigens schon früher einmal, im Jahre 1818, von Dr. Alban, einem mecklenburgischen Maschinentechniker, namentlich behufs Einführung der mit höher gespannten Dämpfen wirken sollenden Dampfmaschinen, in Vorschlag und zur Ausführung gebracht wurde, und wie es auch von dem als Erfinder eines Turbinensystems bereits erwähnten Henschel in Kassel durch Einführung einer nach ihm benannten Dampfkesselconstruction schon seit einigen Decennien geschah.

Constructionsformen dieser Art, welche vorzugsweise in Amerika, jedoch auch in Frankreich einigen Boden gewinnen, sind auf Taf. 26, Fig. 3, 4, 5, 11 und 15 abgebildet.

Wie zu ersehen, sind die mit Wasser gefüllten einzelnen Röhren, die Wasserröhren, nicht wie die vom Rauche durchströmten Röhren, die Rauchröhren, der Formen Fig. 2, 6, 7, von einem größern Cylinder umschlossen, sondern unmittelbar von Mauerwerk umgeben, sodaß der Kessel nur aus engen, dünnwandigen Röhren zusammengesetzt sich darstellt.

Der Amerikaner Harrison ist nach dieser Richtung hin noch weiter gegangen und hat seinen in Fig. 9 abgebildeten Kessel aus lauter Kugeln oder, genauer gesprochen, aus lauter je aus vier kugeligen Theilen in einem Stück gegossenen Elementen zusammengesetzt. Durch die zwischen diesen Kugeln, von denen die obern den Dampf-, und die untern den Wasserraum bilden, befindlichen Hohlräume bewegen sich Flamme und Verbrennungsgase, um direct nach abwärts in den Schornstein abzuströmen.

Der Glaube an die völlige Explosionssicherheit dieser Harrison'schen Kessel ist trotz der nicht ohne Grund gehegten Voraussetzung, daß im Falle eines Vorkommnisses sich die Katastrophe lediglich auf ein einziges Element des Kessels erstrecken und demnach unschädlich verlaufen werde, neuerdings durch ein heftiges Explosionsereigniß erschüttert worden, und auch der der „Inexplosible" genannte Kessel von Belleville in Fig. 5 trägt seinen Namen keineswegs mit voller Berechtigung.

Die aus vielen Wasserröhren zusammengesetzten Kessel vermögen die ältern, aus voluminösern Bestandtheilen bestehenden Formen deshalb nicht gänzlich zu verdrängen, weil sie nicht wie diese den für einen größern, nicht ganz regelmäßig verlaufenden Betrieb wichtigen Vortheil gewähren, mittels eines größern Wasserinhalts und Dampfvorrathes denjenigen Schwankungen zu widerstehen, welche in doppelter Beziehung aus jenen Betriebsunregelmäßigkeiten und aus der [illegible] den Bedienung des Feuers hervorgehen. [illegible] den Kesselformen der Fig. 1, 7, 8, [illegible] häufte Wassermasse, obwol die Ent[illegible] höhend und die eingetretene Katastrophe [illegible] machend, bildet doch, wie die Sch[illegible] Dampfmaschine, einen kaum entbehrlichen [illegible] für die Gleichförmigkeit des Betriebs.

Die besondere Art von Wasserröhren und 14 abgebildet, gewährt jedoch noch einen Vortheil. Diese Röhren von Field haben [illegible] Zweck, einen größern cylindrischen Behälter [illegible] lich zu machen, als einen Vorgang, welcher [illegible] ders geeignet ist, die Verdampfungsfähigkeit [illegible] zu erhöhen, oder umgekehrt für eine [illegible] dampfungskraft mit einem kleinern [illegible] ausreichen zu lassen, nämlich eine Circulation Wassers zu bewirken. Zur Herbeiführung [illegible] gangs ist, wie Fig. 14 im vergrö[illegible] zeigt, in jede der in Fig. 13 im [illegible] gestellten und in den Feuerraum hinein[illegible] serröhren eine zweite, jedoch oben und [illegible] Röhre gehängt. In dieser innern Röhre relativ kältere Wasser des Kessels in der [illegible] der, als das in dem Zwischenraume [illegible] befindliche Wasser stärker erhitzt und [illegible] wandelt wird, und diese Bewegung ist [illegible] nicht nur der mit derselben zusammenhängende [illegible] theil einer bessern Wärmeabgabe der [illegible] producte an den Kessel, sondern wesentlich [illegible] der andere eines fortwährenden Entfernens [illegible] den festen Kesselstein bildenden erdigen [illegible] den Röhren und eines Reinhaltens der [illegible] flächen erreicht werden soll.

Uebrigens soll eine derartige Circulation auch durch die einfachere, in Fig. 2 [illegible] bringung eines einzigen, in den Feuerraum [illegible] den kugeligen Bestandtheils erzielt werden.

Hinsichtlich der Dimensionirung der [illegible] man anzunehmen, daß mit jedem Quadratmeter Heizfläche stündlich 25 Kilogr. Dampf [illegible] können, obwol es möglich ist, bei besserer [illegible] 60—70 Kilogr. zu entwickeln, und ohne [illegible] völligern Ausnutzung der Verbrennungsgase [illegible] mäßig ist, den Kessel nicht mehr als bei [illegible] lichen Entwickelung von 10—15 Kilogr. [illegible] zustrengen.

Ist daher D die stündlich zu erzeugende [illegible] in Kilogramm, so wird die Heizfläche F [illegible]

$$F = \frac{D}{25} = 0{,}04\ D$$

angenommen; es reicht aber auch eine [illegible]

$$F = \frac{D}{60} = 0{,}017\ D$$

aus, und die erforderliche Dampfmenge [illegible] niger Kohlen erhalten, wenn man

$$F = \frac{D}{10} = 0{,}1\ D$$

anordnet.

Die für jeden Sonderfall richtige [illegible] Größe muß mittels genauerer Berech[illegible] werden und steht übrigens in Beziehung [illegible] verhältnissen des Schornsteins und [illegible]

Rauchverhütende Appa[illegible]

Das allgemeinere Interesse, welches [illegible] vor einigen Decennien auf die Ent[illegible]

rhaft pulsirend einwirkende Rauchverhütungs- oder
chverzehrungsfrage noch immer erweckt, läßt eine
n auch nur kurze Besprechung der rauchverhüten-
Apparate hier erforderlich erscheinen.
en Rauch zu verhüten hat man zunächst behufs
eitigung der durch denselben entstandenen Belästi-
g angestrebt, ist alsdann aber an die Lösung des
Problems um so eifriger in der irrigen Auffassung
ngen, daß die gelungene Rauchverhütung eine Er-
ung von Brennmaterial in sich schließe.
eitdem die Erkenntniß mehr und mehr Raum ge-
nen hat, daß die meisten der zur Rauchvermei-
g anwendbaren Mittel und geeigneten Principien
t nur keine Kohlenersparnisse erzielen lassen, son-
sogar einen Mehraufwand von Brennmaterial
ngen, ist der Eifer im Erfindenwollen von Appa-
n, durch welche diese Principien verwirklicht wer-
, wesentlich erkaltet.
hne tiefergehendes Eindringen in die Erkenntniß
chemischen Processes der Verbrennung hinsichtlich
von dem atmosphärischen Sauerstoffe dabei gespiel-
Rolle und in Betreff der Bildung von Kohlenoxyd,
lensäure und Kohlenwasserstoff, welch letztere Gas-
durch Abscheidung von Kohlenstoff in Form von
ß die Grundursache für die Entstehung des Rauchs
eugeht dem Beobachter einer Feuerungsanlage nicht
Wahrnehmung, daß dem Schornsteine vorzugs-
se unmittelbar nach dem Aufwerfen frischer Kohle
varze Wolken entströmen und daß nach einiger Zeit
Gipfel desselben so frei erscheint, als ob die An-
e gar nicht in Thätigkeit sei.
Der Zustand des letzten Stadiums der Verbrennung
er aufgeworfenen Kohlenmasse stellt sich daher als
für die Lösung der Frage sehr beachtenswerther
. Wenn dieser Zustand fortwährend erhalten wer-
könnte, so würde die Beseitigung des Rauchens
glückt sein. Eine völlige Erfüllung dieser Bedin-
g ist selbstverständlich nicht möglich, oder man müßte
sse in den Feuerraum eintragen, welche die ersten
adien der Verbrennung bereits durchgemacht haben,
n müßte also mit Coaks oder Holzkohlen feuern,
s zu theuer sein würde.
Annähernd kann aber jene Bedingung erfüllt wer-
, wenn auf die bereits glühende Kohlenmasse die
che Kohlenmenge nicht auf einmal, sondern während
ganzen Dauer der Verbrennung ununterbrochen in
prechend kleinern Portionen geworfen wird.
Dieses wird auch von den Heizern, welche eine rauch-
e Verbrennung zu bewirken streben, beherzigt.
ein die Kräfte eines einzigen Heizers, namentlich
ls derselbe gleichzeitig zwei Roste zu bedienen und
h anderweite Obliegenheiten zu erfüllen hat, reichen
gewöhnlich nicht aus, und die Anstellung mehrerer
izer würde das Rauchverhüten wiederum zu theuer
chen.
Man hat daher die Bedienung des Rostes auf mecha-
chem Wege, gewissermaßen durch einen automati-
en Heizer, zu bewirken versucht. Von den vielen
sbezüglichen Constructionen, zu denen auch der
der letzten Wiener Weltausstellung durch Heine
Pieper in Dresden ausgestellte Apparat von Dill-
n Smith gehört, ist hier Taf. 26, Fig. 18, der Ketten-
st von Jukes abgebildet, welcher namentlich in Eng-
d häufig angewendet wurde.
Wie sein Name besagt, sind die einzelnen Stäbe des
stes zu Ketten ohne Ende G, G aneinander gefügt
d, durch Tragrollen R unterstützt, über zwei Trom-
eln oder Walzen gelegt, von denen die bei O an-
brachte von einer Transmission bewegt wird und
nerseits wieder den Rost bewegt, sodaß die einzel-
nen Stäbe desselben allmählich von D nach G gelan-
gen. Die in den Fülltrichter B geschüttete Kohlen-
masse wird demzufolge nach Maßgabe der Stellung
des Regulirungsschiebers D in größern oder gerin-
gern Quantitäten fortwährend dem unter dem Kessel
A befindlichen Feuerraume zugeführt, und übrigens ist
der Kettenrost auf einem Gestelle PJ angebracht, wel-
ches behufs einer leichter ausführbaren Reinigungs-
vornahme auf den Schienen H aus- und eingefahren
werden kann.
Dieser Apparat erfüllt noch die fernere Bedingung,
daß die von den frisch in den Feuerraum gelangen-
den Kohlen entweichenden Verbrennungsgase über die
in voller Glut befindliche Kohlenfläche hinwegstreichen
und mit den aus dem letzten Stadium der Verbren-
nung hervorgehenden Producten sich mischen müssen,
eine Bedingung, welche mit einigen Arten der rauch-
verzehrenden Apparate, welche im wesentlichen aus
einem Doppelroste bestehen, dessen Hälften abwechselnd
bedient werden, für sich allein zu erfüllen versucht wird.
Die Ursache für die Entstehung des Rauchs hat
man auch darin zu finden geglaubt, daß die in den
glühenden Verbrennungsraum geworfenen frischen, kal-
ten Kohlenmassen plötzlich einer raschen Destillation
unterworfen würden und durch Abkühlung den Ver-
brennungsproceß störten.
Durch den beschriebenen Kettenrost wird dieser Ent-
stehungsursache ebenfalls etwas entgegengetreten, völ-
liger jedoch noch durch den in Fig. 19 abgebildeten
Apparat von George, welcher die Kohle mittels einer
Schraube und eines Bewegungsmechanismus von unten
dem Roste zuführen läßt, und demnach Schrauben-
rost genannt wird. Die meisten der mit mechanischen
Einrichtungen ausgestatteten Apparate sind wegen einer
raschen Zerstörung und baldigen Reparaturbedürftig-
keit der mit dem Feuer in nähere Berührung kommen-
den beweglichen Bestandtheile mehr oder weniger in
Miscredit gerathen und von Constructionen verdrängt
worden, welche die gleiche Wirkungsweise mit lauter
festen Einzelheiten erreichen lassen.
Zu den letztern gehören die Pult- und Treppen-
roste und der in Fig. 20 abgebildete Etagenrost. Auf
dem eigentlich einfach aus einem mit Schüttrichter
versehenen, sehr schräg gelegten Roste bestehenden Pult-
roste wird die Kohle, wie in Fig. 18, von vorn nach
hinten einfach durch Hinabrutschen und Hinabrollen
transportirt. Das Gleiche findet bei den Treppenrosten
statt, welche übrigens noch den Vortheil bieten, die
gute Kohle durch die Fugen nicht entweichen zu
lassen, dagegen aber auch den Nachtheil an sich
tragen, die den Luftzutritt verhindernden Schlacken
und Aschen festzuhalten. Der Etagenrost in Fig. 20,
ein aus höhern Stufen oder Etagen bestehender Trep-
penrost, läßt aber das Brennmaterial durch Eintra-
gung in jede einzelne Etage unter die glühende Kohlen-
masse bringen und demnach die in Fig. 19 durch
mechanische Mittel erzielte Bedienungsart ohne irgend-
welchen Bewegungsmechanismus erreichen.
Eine nothwendige Bedingung für eine rauchfreie
Verbrennung ist selbstverständlich die Zuleitung einer
genügenden Quantität frischer Luft. Falls diese Be-
dingung von Haus aus nicht erfüllt ist, so kann durch
nachträgliche Anbringung von Luftkanälen, durch par-
tielles Oeffnen der Feuerthür oder durch partielles
Bloßlegen des Rostes dem fühlbar gewordenen Uebel-
stande des Rauchens abgeholfen werden und geschieht
in der That auch oft. Allein je mehr Luft in den
Feuerraum gelangt, desto schlechter ist in den meisten
Fällen, wenn auch nicht die Verbrennung, so doch die
Wärmeausnutzung, und desto mehr Brennmaterial wird

verbraucht. Man hat deshalb dahin gestrebt, mit der Luftzuleitung möglichst zu ökonomisiren und dieselbe zu Zeiten, wenn sie nicht erforderlich ist, gänzlich oder fast gänzlich zu unterdrücken. Diese Zeiten sind die Perioden der früher genannten letzten Stadien der Verbrennung. Ein Apparat, welcher diesen Zweck erreichen läßt und denselben an manchen Feuerungsanlagen, namentlich an denen der Dampfschiffe mit günstigem Erfolge thatsächlich hat erreichen lassen, ist die in Fig. 16 und 17 abgebildete mechanische Feuerthüre von Prideaux. An derselben ist die vordere Wand einer gewöhnlichen Feuerthüre durch Jalousien ersetzt (Fig. 16), welche mittels eines Hebelwerks geschlossen und geöffnet werden können. Statt des hintern, oder innern Theils einer gewöhnlichen Feuerthür hat der Erfinder eine größere Anzahl von gitterförmig angeordneten Metallplatten (Fig. 17) angebracht, welche, von der Strahlung der glühenden Kohle erwärmt, diese Wärme der eindringenden Luft mittheilen und hierdurch eine sonst stattfindende schädliche Abkühlung des Feuerraums verhindern. Damit aber die unmittelbar nach dem Aufwerfen frischen Brennmaterials behufs Eindringenlassens einer größern Luftmenge vom Heizer völlig geöffneten Jalousien allmählich bis zu völligem Abschluß geschlossen werden, ist ein mit Wasser gefüllter Cylinder und ein mit dem Hebelwerke verbundener Kolben angebracht, welcher ursprünglich auf jenem Wasser schwimmt, vermöge seines Gewichts aber unter Ueberwindung eines regulirbaren hydraulischen Widerstandes allmählich untertaucht und vermittels seines Niedersinkens die erwähnten Jalousien schließt.

Die Größe des gewöhnlichen Planrostes wird nach Maßgabe der Erfahrung derartig bemessen, daß auf jedem Quadratmeter stündlich 50—100 Kilogr. Steinkohlen verbrannt werden können. Uebrigens jedoch kann ohne Beeinträchtigung einer guten und zweckmäßigen Verbrennung mit jener Menge bis auf 20 Kilogr. hinab- und bis zu 150 Kilogr. hinaufgegangen werden. In solchen Ausnahmefällen muß aber der Querschnitt der Feuerzüge, welche man bei obigen Annahmen $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ so groß als die Rostfläche annimmt, einer besondern, genauern Berechnung unterzogen werden.

Armatur und Garnitur.

An das in Betreff dieses Gegenstandes bereits auf Seite 65 Gesagte wird hier noch die Beschreibung einiger auf Taf. 28 und 29 befindlicher Abbildungen angereiht.

Um den im Kessel herrschenden Dampfdruck zu erfahren, bringt man mit dem Kessel ein nach dem Principe des Barometers construirtes Quecksilbermanometer in Verbindung. In Fig. 15 auf Taf. 28 sind hiervon zwei Constructionsarten dargestellt, welche als Verbesserungen der gewöhnlich im Gebrauche befindlichen, mit einem Schwimmer versehenen Instrumente dieser Art betrachtet werden.

Fig. 10 auf Taf. 28 zeigt dagegen in Ansicht und im Querschnitt ein Metallmanometer von Bourdon, welches auf Grund der von Schinz beobachteten Erscheinung construirt ist, daß eine gebogene Röhre aus Metall von elliptischem Querschnitt durch Vermehrung oder Verminderung der Spannung der in derselben enthaltenen Flüssigkeit oder Luftart ihre Gestalt ändert. Die gebogene und mit dem Dampfkessel in Verbindung zu bringende Röhre ist einerseits an einem dieselbe umschließenden Gehäuse und andererseits an einem beweglichen Zeiger befestigt, welcher, den Formveränderungen der Röhre folgend, die jeweilig in derselben und demnach auch im Kessel [illegible] spannung auf einer adjustirten Scala [illegible]

Um den Wasserstand im Kessel zu [illegible] wendet man am häufigsten Wasserst[illegible] Probirhähne und Schwimmer. [illegible] gen jedoch den Uebelstand an sich, [illegible] bungswiderstandes, welchen die durch [illegible] nach außen geführte Stange derselben [illegible] ganz zuverlässig zu sein. Um diesen [illegible] vermeiden, hat Herdevin die in Fig. 11 [illegible] in Ansicht und im Durchschnitt darge[illegible] erdacht. Dieselbe ist ein, übrigens [illegible] birhähnen und mit einer gläsernen [illegible] flaschenförmiges Gefäß, welches mit [illegible] und oben in Communication gebracht [illegible] ches einen Schwimmer enthält, dessen [illegible] nicht an einer nach außen fortgeleiteten [illegible] dern an einem nur mittels einer dünnen [illegible] ihm zusammenwirkenden Zeiger erkenn[illegible]

Um den immerhin auch hier noch [illegible] bungswiderstand zu beseitigen, hat Ker[illegible] in Fig. 9 auf Taf. 29 in Ansicht und [illegible] abgebildeten magnetischen Schwimm[illegible] Bei diesem Apparate besteht das obere [illegible] auf dem Kessel befestigtes röhrenartiges [illegible] Schwimmerstange aus einem Magnet [illegible] mit auf einen Metallstab, welcher [illegible] Gehäuses auf einer Scala beweglich [illegible] sind mit der Schwimmerstange noch [illegible] in Verbindung gebracht, welche bei [illegible] niedrigem Wasserstande auf eine Sig[illegible] ken, während das Gehäuse oben ein [illegible] seitwärts ein Sicherheitsventil trägt.

Der in Fig. 14 auf Taf. 29 abgebi[illegible] tische Speiseapparat dient zum [illegible] sen der Kessel. Derselbe steht durch [illegible] sichtbares Rohr mit einem Reservoir [illegible] linkerhand sichtbare Rohre mit dem Ke[illegible] nication. Sein mittlerer, kolbenartige[illegible] dem festen cylindrischen Theile form[illegible] hergeschoben, und hierdurch das Re[illegible] Kessel bald in Verbindung gesetzt, bald [illegible] sen. So lange nun genug Wasser im [illegible] auch der Apparat der beiden erwähnten [illegible] Wasser sein und vom Reservoir [illegible] Wasser aufnehmen. Sobald aber der [illegible] und sobald alsdann Dampf in den [illegible] füllt sich der letztere mit Reservoirwa[illegible] den Kessel.

Dampfmaschinen.

1. Balancier-Dampfmaschi[illegible]

(Tafel 27.)

a. Der Apparat Heron's von [illegible] und die Maschine Blasco de [illegible]

Die Erfindung der Dampfkraft, [illegible] Arme die Mehrzahl unserer Fabri[illegible] setzen, welche unsere schwerbelade[illegible] dahinbrausen macht, welche uns zum [illegible] haften Windkraft mit unablässiger [illegible] stürmenden und windtodten Oceane [illegible] Impuls zur Umspannung unsers [illegible] den Handel, die Industrie, das [illegible] geistigen Verkehr mit nie geahnten [illegible] den Netz von Eisenschienen gab, [illegible] Impuls unterstützte durch ihr Ein[illegible]

des Eisens und der Steinkohle, welche über-
ı mächtigsten Umschwung in die Entwickelung
ıik, des socialen und des politischen Lebens
– diese Erfindung wird wol als eine That
eit betrachtet, wird als eine Schöpfung an-
welche gleich einer zweiten Pallas mit der
rüstet aus dem aufgeklärten Haupte unserer
nschaftlichen Zeitepoche fix und fertig heraus-
jedoch nicht ganz mit Recht. Die Dampfkraft ist
sehr wol bekannt gewesen, und selbst die An-
derselben als motorische Substanz für treibende
war ihnen kein völliges Geheimniß. Ebenso
Andeutungen darüber vorfinden, daß schon
hunderte vor Christi Geburt Dampfkanonen
ren, ebenso ist nachgewiesen, daß schon 120
eron von Alexandrien die Construction eines
veröffentlichte, welcher, im wesentlichen aus
selförmigen Kessel mit einer Drehachse und
ngebogenen Ausflußröhren bestehend, mittels
straft, nämlich vermöge des aus jenen Röhren
nden Dampfes, in Umdrehung versetzt wurde.
nachdem der Sinn für technische Erfindungen
: frühen Zeitperiode an durch viele Jahr-
indurch bleischwer geschlummert hatte, einem
enen spanischen Documente zufolge im Jahre
: dem Spanier Blasco de Garay zum Be-
Schiffen eine Dampfmaschine in Vorschlag
in, welche mit jenem Heron'schen Apparate
lich die größte constructive Aehnlichkeit hatte,
: wir daher nach unserer heutigen Bezeich-
: eine „Dampfturbine" nach Segner'schem
ennen würden.
darüber ist die historische Forschung klarer
geworden, daß die Entwickelung derjenigen
nsform der Dampfmaschine, welche sich für
praktische Verwendbarkeit bewährt erfunden
in Hand geht mit der Entwickelung der
ıschaften, mit der wachsenden Erkenntniß
Physik des Dampfes.
die Alten, mit der Dampfkraft auf empi-
ge wol bekannt geworden, doch den Dampf
elten, welche mit dem Wasser gemischt sei
das Feuer von demselben getrennt werde,
erst seit der Galilei'schen Forschungsepoche
on zunächst die Eigenschaften der Luft und
es Dampfes ergründet, und an diese Er-
fultate reiht sich auch die Erfindung oder,
t, die schrittweise Entstehung der praktisch
Dampfmaschine.

parate von Guericke und von Papin
ıtmospharische Dampfmaschine von Newcomen.

liegt keinem Zweifel mehr, daß der Ent-
ıng mit der Toricelli'schen Entdeckung der
es Luftdrucks und des Gewichts der At-
1630) anbebt. Hieran reiht sich die Otto
e'sche Erfindung der Luftpumpe und die
den deutschen Physiker, Ingenieur und
: Bürgermeister gemachte Erfindung eines
heit des Reichtags zu Regensburg (1654)
tigem Aufsehen neben den bekannten und
en Luftdruckhalbkugeln ausgestellten Appa-
per aus einem Cylinder und aus einem
lichen Kolben bestand, und in welchem der
eds des Luftdrucks bewegt wurde. Dieser
t in der That die Grundform für unsere,
tigen Entwickelungsstufe stehenden Dampf-
ebildet. Die Leere, welche unter dem Kolben jenes Cylinders behufs der Entfaltung der Wirksamkeit des Luftdrucks entwickelt werden mußte, nicht, wie Guericke, mit dessen kraftfordernder Luftpumpe, sondern mit einfachern Mitteln zu erzeugen, bildete das Problem, dessen Lösung auf die Wege zur Erfindung der Dampfmaschine führte, und Papin, der in Blois geborene Arzt, Physiker und Mathematiker, war es, welcher während seiner Stellung als Professor in Marburg, nachdem er erfolglos das Schießpulver versucht hatte, im Jahre 1690 den Wasserdampf als solches Mittel verwendete.

Die Ausbildung seines Apparates zu einer Dampfmaschine, obgleich er sehr wohl allerhand Uebertragungsmechanismen für die Bewegung des Kolbens, namentlich behufs des Betriebes eines Schiffs erdachte, ist demselben jedoch nicht geglückt. Den weitern erfolgreichen Schritt zu thun, war vielmehr den Engländern Newcomen und Cowlay vorbehalten, welche 1705 den Guericke-Papin'schen Apparat mit einem Dampfkessel derartig in Verbindung zu bringen verstanden, daß, wenn auch immer noch keine Dampfmaschine, so doch eine mittels Dampf in Wirksamkeit gesetzte Luftdruck-, oder eine sogenannte atmospharische Dampfmaschine entstand, welche zum Betriebe der Pumpengestänge der Bergwerke und später zum Betriebe von rotirenden Wellen sich als vollkommen zweckmäßig erwies.

Auf Taf. 27, Fig. 4 ist eine solche Newcomen'sche Maschine in einer ihrer höhern Entwickelungsstufe angehörigen Constructionsform abgebildet. Auf dem zur Hälfte in einem gemauerten Ofen steckenden kuppelartigen Dampfkessel erscheint unmittelbar der Papin-Guericke'sche Cylinder mit darin beweglichem Kolben angebracht. An dem Kolben ist eine Gelenkkette befestigt und über ein Segmentstück gelegt, welches an einem hölzernen doppelarmigen Hebel, dem sogenannten Balancier, sitzt. Dieser in seiner Mitte um Zapfen schwingbar gemachte Balancier erscheint andererseits mit einer Lenkstange, einer Kurbel und einer mit Schwungrad ausgerüsteten rotirenden Welle in Verbindung, während an demselben außerdem noch zwei mittels Ketten ebenfalls an zwei Segmentstücken befestigte Stangen gehängt sind. Der oben völlig offene Cylinder läßt den Luftdruck auf den Kolben wirken und diesen sammt dem beschriebenen Mechanismus bewegen, sobald in seinem untern Raume eine Leere entwickelt ist, und diese Leere wird durch Verdichtung des vorher in diesen untern Raum gelassenen Dampfes erzeugt. Es ist also bemerkenswerth, daß als eigentlich treibende Kraft nicht der Dampf, sondern der durch die Verdichtung des Dampfes befreite Luftdruck auftritt. Die Anwendung der bezeichneten Gelenkkette läßt eine Geltendmachung der directen Dampfkraft an dieser Maschine nicht einmal aufkommen.

Die Verdichtung oder Condensation des Dampfinhaltes, bei den ersten Maschinen einfach durch äußerliches Begießen des Cylinders mit kaltem Wasser bewerkstelligt, wird bei dieser vervollkommneten Construction mittels innerlicher Einspritzung von Wasser bewirkt, welches dem oben erkennbaren, durch die Maschine selbst fortwährend vollgepumpten Reservoir entnommen wird. Das abwechselnde Einlassen und Abschließen des Dampfes, das sogenannte Steuern der Maschine, welches ursprünglich einfach mittels Oeffnens und Schließens eines Hahnes durch die Hand eines Arbeiters geschah, wird hier mittels eines mit der vorn sichtbaren verticalen Stange in Verbindung gebrachten Mechanismus bewirkt, eine bahnbrechende Verbesserung, welche durch den zufällig rege gewordenen kindlichen Erfindungssinn eines die Maschine beaufsichtigenden Knaben Potter 1716 entstanden sein soll.

Auch die wichtige Verbesserung der erwähnten innerlichen Einspritzung ist das Resultat nicht sowol einer scharfsinnigen Speculation, als einer mit gesunder Beobachtungsgabe ausgebeuteten, sich von selbst darbietenden Erfahrung.

c. Die Dampfmaschine von Watt.

Die weitern hieraufsolgenden Vervollkommnungen wachsen jedoch wieder an dem Baume der wissenschaftlichen Erkenntniß und werden, nachdem die Maschine in der geschilderten Form über ein halbes Jahrhundert nützlich gewesen war, von jenem Manne zur Reife gebracht, welcher vermöge der Doppelbefruchtung seines erfinderischen Geistes durch eine praktische Thätigkeit und durch ein auf gute Schulbildung gegründetes Studium der Physik der Wärme und des Dampfes eine ganz besondere Anwartschaft auf die Erfindung derselben hatte, und welcher nicht nur durch seine praktischen Erfindungen, sondern auch durch seine wissenschaftlichen Arbeiten über sämmtliche Mitarbeiter an der Entwickelung und Vervollkommnung der Dampfmaschine um Riesenlänge hervorragt. James Watt's bedeutendste Verbesserung ist die Anfügung eines von ihm erfundenen Condensators an die Newcomen'sche Maschine (1765).

Taf. 27, Fig. 5 ist ein solcher Apparat abgebildet. Anstatt die Verdichtung im Cylinder selbst vorzunehmen, ist ein unterhalb des Cylinders aufgestellter, festverschlossener eiserner Kasten angebracht, in welchen man den Dampf abströmen und das Einspritzwasser einfließen läßt. Da aber sowol das eingespritzte Wasser als der condensirte Dampf nach kurzer Zeit den ganzen Kasten anfüllen würde, so mußte mit demselben eine Pumpe (rechterhand) in Verbindung gebracht werden, welche außer dem Wasser auch noch die in letzterm enthaltene Luft fortwährend aufsaugt und fortschafft, und welche daher die Luftpumpe genannt wird.

Ferner machte Watt die Maschine doppelt wirkend, d. h. er schloß den Newcomen'schen Cylinder auch oben mit einem Deckel ab, brachte statt der Gelenkkette eine Kolbenstange und eine dieselbe addichtende Stopfbüchse an und ließ nun den Dampf nicht nur in den untern, sondern auch in den obern Raum des Cylinders, sowol über als unter den Kolben treten. Wird noch der von Murray 1799 erfundene Muschel- oder Ω-Schieber, welcher den ursprünglich angewendeten Steuerhahn und die später an Stelle des letztern angebrachten Ventile ersetzen sollte, hinzugenommen, so entsteht für den Hauptbestandtheil der Maschine, für den Cylinder mit nächstem Zubehör, die in Fig. 9 im Durchschnitt dargestellte, allerdings modernisirte Gestalt. Darin ist der frisch zuströmende Dampf milchig gefärbt veranschaulicht. Man erkennt, daß derselbe vom Kessel mittels des Dampfrohres D zunächst in den Dampfkasten CE geleitet wird und von hier aus in Fig. 91 über und in Fig. 911 unter den Kolben K tritt, und zwar vermittels der Dampfkanäle de und fg. In I wird daher der Kolben abwärts, in II aufwärts gedrückt, was jedoch nur geschehen kann, wenn gleichzeitig der bereits gebrauchte und vor dem Kolben befindliche Dampf in den Condensator abzuströmen vermag.

Zu diesem letztern Zwecke dienen abermals die Dampfkanäle gf und ed, dient ferner das Ausblaserohr O und dient endlich, ebenso wie zum abwechselnden Einlassen des Dampfes, der Muschelschieber AB. Dieser Muschelschieber erhält die behufs der geschilderten Steuerung des Dampfes erforderlichen, in I und II verzeichneten Stellungen durch die Maschine selbst vermittels eines mit der Schieberstange F in Verbindung gebrachten Mechanismus, ist G die Kolbenstange und S die S[illegible] und die in der Mitte des Bodens eingel[illegible] wird in Wirklichkeit mit einem [illegible] welcher das im Cylinder angesammelte [illegible] Zeit zu Zeit entfernen läßt.

Watt hat ferner zum Zwecke der Gera[illegible] Kolbenstange das nach ihm benannte [illegible] gramm und behufs Regulirung des [illegible] Ganges der Maschine den auf eine Zeit [illegible] wirkenden Centrifugalregulator [illegible] nische Pendel an der Maschine angebr[illegible]

Letzterer Apparat, auch an den meisten der Jetztzeit durch die beiden in Unter[illegible] lichen glänzenden Kugeln in die Augen [illegible] an den meisten der auf Taf. 28, 29. [illegible] gebildeten Maschinen genügend erkennbar [illegible] hier jedoch die verschiedenartigsten, von [illegible] lichen Construction abweichenden Formen.

In Fig. 3 auf Taf. 27, welche eine [illegible] Watt'sche Maschine der vervollkommne[illegible] stellt, sieht man ihn nur zum Theil, [illegible] die Kolbenstange mit dem schwingenden [illegible] Verbindung bringende Parallelogramm [illegible] ständig. Ferner tritt in dieser Figur [illegible] das aus sechs Säulen, einem eisernen [illegible] und einem obern, architravartigen [illegible] solide Gestell hervor, in welches Watt [illegible] kommnete Maschine einschloß und deren [illegible] durch bedeutend erhöhte.

Der die Abkühlung des arbeitenden [illegible] hütende oder doch wesentlich vermindernde [illegible] in welchen Watt den Cylinder hüllte, [illegible] licher in Figur 2 zu erkennen, wo [illegible] Dampfcylinder mit Mantel K und [illegible] um die Luftpumpe gruppirten Gefäßen [illegible] Durchschnitt darstellt und übrigens [illegible] Maschine tragende Gestell, sowie in C, G einen, das Watt'sche Parallelogramm [illegible] Mechanismus zeigt.

Während der nicht mit Unrecht als [illegible] der Dampfmaschine verherrlichte Watt [illegible] findungen weniger auf Grund der [illegible] schaffenheit des Dampfes als auf [illegible] scheinungen der Wärme machte, indem [illegible] bringung des Condensators und des [illegible] sowie durch Abschließen des obern [illegible] gegen die eindringende kalte Luft [illegible] Abkühlungsverluste beseitigte, durch [illegible] comen'sche Maschine für viele Anwen[illegible] unökonomisch wurde, so hat er später [illegible] zu einer Verbesserung gelegt, welche [illegible] vortheilhaften Ausnutzung der Dampf[illegible] Rang einnimmt; er hat nämlich auch [illegible] wirkung des Dampfes eingeführt. [illegible] entsteht, wenn der Dampfzufluß unterbr[illegible] bis zu dieser Unterbrechung in den Cy[illegible] Dampf sich selbst überlassen wird, [illegible] am Ende seines Laufs angekommen [illegible] besteht darin, daß der Dampf, wenn [illegible] abgeschlossen ist, also sich nicht erg[illegible] den Kolben, wenn auch mit [illegible] werdender Kraft weiter fortschiebt. [illegible] der Hälfte des sonst erforderlichen [illegible] kann man vermittels der Expansion [illegible] viel mechanische Arbeit gewinnen, als [illegible] findende Ausdehnung bis auf das [illegible] unter allmählicher Druckverminderung [illegible] der ursprünglichen Spannung entste[illegible]

Behufs Ermittelung des genauen

vinns hat man die zwischen Spannung und
m Volumen des abgeschlossenen, sich expan-
Dampfes bestehende gesetzmäßige Beziehung
, eine Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung,
r seit Watt's Zeiten mit allem Aufwande
ssinn gearbeitet wurde. Man hat aber auch
eichen Zwecke die abkühlenden Einwirkungen
Cylinderwandungen und diejenigen der durch
en entstehenden Dampfverluste zu wissen.
zusammengesetzte Thätigkeit aller dieser und
weiter Componenten auf empirischem Wege
estehenden Maschine zu erfahren, hat schon
Instrument erdacht und angewendet, welches
rter, moderner Richard'scher Constructions-
Fig. 8 auf Taf. 27 dargestellt ist, und der
r genannt wird.
Instrument, wenn durch Aufschrauben mit
Raum des Dampfcylinders in Verbindung
reibt die verschiedenen, während der Dauer
bes aufeinanderfolgenden Dampfdrücke in
lossenen Curve auf einen Papierstreifen ver-
s Kolbens, welcher einerseits mit einem
hanismus und einer ihn festhaltenden Feder
nung steht und andererseits vom Cylinder-
rade so wie der gropfte Dampfkolben ge-
.
n diesem Instrumente aufgezeichnete Indi-
gramm läßt die im Cylinder während
s stattgehabte Dampfwirkung berechnen, ein
bgebildeter Zählapparat gibt, mit einem
Theile der Maschine in Verbindung gebracht,
ebener Zeit gemachte Anzahl von Hüben an,
Fig. 6 abgebildeter Wassermesser ver-
e Messung des Dampfquantums, welches
ner Zeit in den Cylinder geleitet wurde.
sen Beobachtungselementen werden Schlüsse
irkungs- oder Gütegrad der Dampfmaschine
s wird mit denselben die indicirte Pferde-
der Dampfverbrauch pro Indicator-
e berechnet.
eres bereits früher beschriebenes Instrument,
er auf Taf. 24 in Fig. 21 abgebildete
Zaum läßt, auf der Schwungradwelle an-
ie von der Maschine geäußerte Leistung in
n oder effectiven Pferdestärken messen
rgleich mit der Indicator-Pferdestärke den
g feststellen, welcher von den Widerständen
nismus der Maschine aufgezehrt wird.
uf diese Weise ermittelt worden, daß die
Watt'schem System sorgfältig construirten
mit einem gegebenen Steinkohlenquantum
viel leisten, als die Newcomen'schen.
eraubildung der Taf. 27, Fig. 3 dargestellten
nmenen Gestalt der Maschine ist indessen
allein thätig gewesen. Wie schon der bei
schriebene Muschelschieber die Erfindung
ist, so stammt auch die Anbringung des
nismus und des Schwungrades an die
n andern Erfindern oder Verbesserern her.
diese Erfinder lauter Engländer, und dieser
wie der fernere, daß zu Watt's Zeiten der
geist in England überhaupt ungewöhnlich
nd seine Ideen an der Hand eines nicht
tig pulsirenden Unternehmungssinnes auf
die politischen Verhältnisse und durch ver-
entgesetze consolidirten Boden der praktischen
und Ausprobirung zuführen konnte,
änder zu der Anmaßung gebracht, die ganze
rfindung der Dampfmaschine, ja auch der
Dampfkraft für sich in Anspruch zu nehmen.

Verletzt durch diese Anmaßung und erfüllt von einer sonderbaren Geschmacksrichtung für französisches Wesen ist in Deutschland mit ungewöhnlicher Leichtgläubigkeit die später von Arago ausposaunte Behauptung angehört und nachgefabelt worden, daß ein gewisser Salomon de Caus der wahre Erfinder von Dampfkraft und Dampfmaschine sei. Allein dieser, mit der Duldermiene des verkannten und verfolgten Genies und mit den Attributen des intriguenhaft geistig und körperlich gemordeten Weltverbesserers, dem empfindsamen Publikum vorgeführte, einfache Hydrauliker und Gartenbaumeister hat weiter nichts Diesbezügliches vollbracht, als in einer müßigen Stunde 1615 ohne Prätension der Neuheit eine recht mangelhafte Abbildung und Beschreibung von einem Wasser ausspritzenden, kleinen Dampfkessel à la Heron von Alexandrien bei Gelegenheit der Veröffentlichung eines Buchs über Gartenwasserkünste zu geben, und der schlagendste Beweis von der völligen Unzugehörigkeit dieses in Heidelberg wohnhaft gewesenen Franzosen zu den Mitarbeitern an der Entstehung der Dampfmaschine ist die Thatsache, daß selbst französische Schriftsteller neuerdings jene Arago'schen Verherrlichungen als völlig unechte „Schönfärberei" wahrheitsgemäß bezeichnen.

Das gleiche Verdict läßt sich aber auch über den Marquis of Worcester sprechen, welchen die Engländer mit britischer Hartköpfigkeit und Ausdauer noch immer als den Entdecker der doch nachgewiesenermaßen schon vor Christi Geburt bekannt gewesenen Dampfkraft und als den vom Beobachter des siebenden Theekessels herangereisten Erfinder der ersten Dampfmaschine glaubhaft zu machen versuchen (1663).

Und endlich kann auch der Engländer Savery nicht unbedingt in die Reihe der an dem Erfindungswerke der Dampfmaschine thätig gewesenen Männer mit aufgezählt, geschweige denn der eigentliche Erfinder genannt werden, weil seine Erfindung nur ebenso uneigentlich eine Maschine genannt zu werden verdient, wie man eine Koch- oder eine Kaffeemaschine eine Maschine heißt, indem sie weder einen Kolben, noch einen Balancier, noch eine Kurbel und Lenkstange, noch sonst einen sinnreichen Bewegungsmechanismus hatte, sondern nur behufs des Wasserhebens mit Anwendung einiger Pumpenventile von der Condensationswirkung des Dampfes und der Druckwirkung der Atmosphäre Gebrauch machte. Allein insofern als Savery diesem seinem mit Dampf in Thätigkeit gesetzten Wasserhebungsapparat eine vor seiner Zeit (1701) noch nie gekannte praktische Brauchbarkeit zu ertheilen verstand, und insofern er einen Dampfkessel construirte, ohne welchen Newcomen und Cowlay ihre vortheilhafter wirkende Maschine nicht in Gang setzen konnten und ihn daher an ihrem Patentrechte participiren ließen, mag sein Name auf den Blättern der Erfindungsgeschichte der Maschine einen Platz eingeräumt erhalten.

Nur muß betont werden, daß bereits angeführtermaßen fast ein halbes Jahrhundert vor Savery und Newcomen, wo wir Deutschen nach einer beliebten Darstellungsweise unserer Nachbarnationen in den Mond gesehen und uns lediglich mit unfruchtbaren hypertranszendentalen Philosophien beschäftigt haben sollen, der Keim zu der Erfindung der Dampfmaschine aus dem Luftruckapparate des Otto von Gueride herauswuchs und auf deutschem Boden unter dem Anreiz deutschen Unternehmungssinnes die Frucht des Papin'schen Dampfcylinders trieb, welcher als der Urtypus der heutigen Dampfmaschine betrachtet werden muß, und ohne welchen Newcomen und Cowlay ur-

kundlich ihre praktisch brauchbare atmosphärische Dampfmaschine nicht erdacht haben würden.

Auch ist ferner noch zu betonen, daß selbst Watt und seine Mitarbeiter nur ganz allmählich, schüchtern Schritt für Schritt die eigentliche Dampfmaschine aus der atmosphärischen Maschine entwickelten, daß sie nicht etwa die Staunen und Grauen erregende, Vernichtung und Zertrümmerung verbreitende Gewalt der Dampfkraft zu zähmen und zu zügeln verstanden, sondern daß sie fortwährend die mehr beschwichtigende Wirkung der Condensation des Dampfes behufs Erzeugung einer Toricelli'schen Leere im Sinne des Guericke'schen Apparats dienstbar zu machen suchten.

d. Die Hochdruckdampfmaschine von Leupold und Evans.

Wiederum in Deutschland, nämlich von dem höchst fruchtbaren technischen Schriftsteller Leupold wurde schon 1724 durch Zeichnung und Beschreibung der erste Vorschlag zu einer Hochdruckdampfmaschine, d. h. zu einer Maschine gemacht, welche nicht mit Hülfe, sondern unter Bekämpfung des atmosphärischen Drucks mittels des entsprechend kräftiger angespannten Dampfes wirksam wird, und welche daher des Condensators entbehren kann.

Diese Leupold'sche, klar ausgesprochene Idee wurde dann 71 Jahre später, also 1795, nachdem in Deutschland 1740 von Segner die Turbine und 1753 von Winterschmidt die Wassersäulenmaschine erfunden war, von dem Amerikaner Oliver Evans praktisch verkörpert.

Mehr und mehr griff die Erkenntniß Platz, daß der hochgespannte Dampf über den Niederdruckdampf hervorragende vortheilhafte Eigenschaften besitzt, und diese Erkenntniß führte zu den Versuchen der Anwendung von Dampfdrücken bis zu 10 und 20 Atmosphären. Allein die erhöhte Gefahr der diesfällig anzuwendenden Kessel, die raschere Abnutzung der Maschine und namentlich die bedeutendern Dampfverluste durch Undichtheiten haben diese Versuche mißglücken lassen, sodaß in der großen Praxis nur gradatim bis zu drei, vier und sechs Atmosphären vorgegangen wurde und erst neuerdings wieder vereinzelte Bestrebungen mit der Anwendung von 10 und 15 Atmosphären Druck auftreten.

Der Condensator, wenn auch bei diesen höhern Spannungen entbehrlich, steigert doch den Ausnutzungsgrad in den Fällen bedeutend, in welchen von der Expansionswirkung Nutzen gezogen werden soll, und diese Fälle sind die häufigsten, dieser Nutzen ist ein sehr erklecklicher.

Daher geht Hand in Hand mit den Bestrebungen der Anwendung höherer Spannungen, die glücklicher durchgeführte Bemühung der Anwendung höherer Expansionsgrade, sodaß heutzutage in dieser Beziehung das Aeußerste geleistet wird.

e. Die Woolf'sche Maschine.

Aus einem Misverständnisse betreffs der Expansionswirkung erfand Woolf 1804, nachdem Hornblower schon 1781 ein diesbezügliches Patent genommen hatte, eine Maschine mit zwei Dampfcylindern von einer solchen Wirkungsweise, daß der Dampf, nachdem er in dem kleinern der Cylinder gewirkt hatte, in den größern überströmte und hier in ausgedehntem Grade vermittels der Expansion wirksam wurde.

Eine solche, nach Woolf benannte Maschine, jedoch in moderner Constructionsform, stellt Taf. 27, Fig. 1 dar. Die beiden Cylinder stehen dicht hintereinander und wirken vermittels ihrer Kolbenstangen auf den Balancier, welcher auf dem aus vier gußeisernen Stäben bestehenden Gestell schwingt und andererseits mit Stange und Kurbel mit der in Umdrehung versetzenden Schwungradwelle verbunden ist.

Diese Woolf'schen Maschinen, obgleich sie die von ihrem Erfinder erstrebten Vortheile nicht lassen doch die Dampfkraft in einer Art wirksam welche, abgesehen von einem auch bei Schwungräder mit eincylindrigen Maschinen baren gleichförmigern Gange, ihnen längst durch die Anerkennung der Superiorität cylindrige Maschinen erworben und auch nicht unbedingt und entschieden nicht

Um eine Vorstellung von dem Ganzen geben, welcher mit Anwendung der schleichenden oder gleitenden Schieber pansionswirkung erreichen läßt, dienen bildungen der Fig. 10.

Im besondern stellt diese Figur im Grundriß nach ihrem Erfinder benannte Farcot'sche dar, welche sich noch immer vielfach bewährt erfreut.

Der im Dampfkasten D enthaltene Schieber die Form des in Fig. 9 und 2 einfachen oder Steuerschiebers; auch wird derselbe mittels der Schieberstange B und eines Kurbelmechanismus von der Schwungradwelle über den Dampfkanälen d und d, hin und Jedoch hat er links und rechts eine Erweiterung halten, durch welche die Kanäle b und werden, und außerdem trägt er auf seiner einen zweiten Schieber c c, welchen er Reibungswiderstandes auf seinem Hinweg solange mitnimmt, bis ein Anstoß an der der Welle ef verstellbare excentrische Scheibe

Nr. I zeigt die Stellung beider Schieber Zeitpunkte, wo der Kolben auf seinem todten Punkte sich befindet, d. h. wo Bewegungsrichtung auf der rechten Seite daher momentan in Ruhe ist. Von Schieber A durch den Gang der Maschine in die Stellung Nr. II geschoben, sodaß Dampf hinter den Kolben gelangen ebenfalls nach links treiben kann. der Dampfzufluß durch den Schieber es beginnt also die Expansionswirkung schlossenen Dampfes und zwar ehe bis zur Hälfte seines Hubes vorgeschritten Nr. IV hat der Muschelschieber A seinen rechts wieder angetreten, während unter Expansionswirkung weiter nach links In Nr. V ist der Kolben am Ende seines auf seinem linksseitigen todten Punkt wird kurz darauf von dem durch den sich bewegenden Schieber A bei b, und Dampfe wieder zurückgetrieben. wiederholen sich dieselben Vorgänge der Maschine setzt sich in gleicher Weise kounte der vor dem Kolben befindliche der Stellung I an bis zur Stellung offneten Kanale d, durch die Höhlung und durch das Abblaserohr o entweichen ebenso bei dem Rückgange des Kolbens Kanal d ab.

2. Maschinen von verticaler Anstellung

(Tafel 28.)

Die Erfindung der Hochdruck-Dampf Condensator hat die Anwendung der dem Höhenpunkte eines massigen Gestell

wingenden Balanciers unnöthig erscheinen die von diesem doppelarmigen Hebel hinbewegende Stange der Luftpumpe in Weg. Auch hat man den Balancier, obgleich er utage vielfach einen Bestandtheil von neu- Maschinen bildet, selbst bei Anwendung von oren als eine antiquirte historische Ueber- angesehen. Man hat dießfalls die Kolben- der Lenkstange in directe Verbindung ge- behufs der Bewegung der Luftpumpe, der und Speisepumpe, entweder kleinere Hebel eln, oder Excentrics angeordnet.

Taf. 28 und 29 sind derartige Constructions- rgestellt. Die erste dieser Tafeln zeigt zu- he Anordnungen, bei welchen die verticale es Cylinders beibehalten wurde. In den , 6 und 8 sind die Cylinder auf einer e und die Schwungradwellen oben auf dem n oder aus Säulen und Trägern gebildeten geordnet. In Fig. 5, 7 und 9 befinden ylinder oben auf dem Gerüste und die dwellen unten und zwar derartig, daß die je aus den Böden der Cylinder nach hrt ist. In Fig. 2 dringt die Kolben- gleich der Cylinder ebenfalls über der welle angebracht ist, oben aus dem Deckel rs, und zwar gebührt dieser Anordnung, lay 1807 eingeführt, der historische Vor- n übrigen.

ellt übrigens eine Maschine von Rowan das Woolf'sche zweicylindrige System in Maßstabe verwirklicht. Es arbeitet nämlich t der Dampf in drei Cylindern, und zwar inem mittlern kleinen und dann in zwei ern. Auch Legavrian hat eine solche Ma- ei Cylindern, jedoch sonst, in völlig anderer truirt.

egende Abbildung, welche die Anwendung e auf die Bewegung einer Schiffsschraube igt obenein eine Zwillingsmaschine, d. h. ei Einzelmaschinen zusammengesetzte Ma- ß sechs Dampfcylinder daran angebracht enen je drei gesonderte Dampfzuleitung h alle auf ein und dieselbe Betriebswelle Das vorn sichtbare große cylindrische Gefäß rflächencondensator, d. h. ein Conden- er nicht gleich dem Watt'schen, mittels Wassereinspritzung, sondern mittels äußerer eine dampfverdichtende Wirkung äußert, haftet an der Maschine noch die Eigen- daß dieselbe mit überhitztem Dampfe d, eine Eigenthümlichkeit, welche man vor nnien behufs noch weiterer besserer Aus- Dampfwärme vielen Maschinen ertheilte, ründen praktischer Unzuträglichkeit später gte.

lt eine von jenen kleinen, für die Haus- endbaren Maschinen dar, bei welchen die aschine unmittelbar mit dem Dampfkessel sodaß der letztere das Gestell für die-

), 14 und 15 sind bereits bei den Dampf- besprochen, die Fig. 11, 12 und 13 werden teuerungsmechanismen beschrieben werden. die Abbildung einer Diagonalmaschine, n der im Verhältniß zu der horizontalen Richtung diagonal angeordneten Lage chsen. Jeder der beiden mittels recht- lten Kurbeln auf die oben angebrachte lle wirkenden Cylinder erhält separate Dampfzuleitung. Es ist also keine Woolf'sche, zweicylindrige, sondern eine Zwillings- oder doppelcylindrige Maschine.

Hinsichtlich der Stellung der Cylinder bildet dieselbe den Uebergang zu den:

3. Maschinen von horizontaler Aufstellung.

(Tafel 29.)

Fig. 2 stellt eine Maschine für größere, Fig. 4 eine solche für kleinere Leistungen dar. Der Cylinder, die Geradführung und das eine der beiden Schwungradlager sind auf einer eisernen Fundamentalplatte befestigt, und die letztere ist mit einem steinernen Fundamente verschraubt. In Fig. 3, einer Maschine für sehr kleine Leistungen, ist das Schwungradlager mit dem die Rolle des steinernen Fundamentes mitübernehmenden gußeisernen Fundamente behufs Erstrebung einer solidern und für manche Gegenden (Amerika) auch billigern Construction zusammengegossen.

Fig. 1 zeigt eine doppelcylindrige oder Zwillingsmaschine.

Fig. 7 ist dagegen eine zweicylindrige oder Woolf'sche Maschine mit der besondern Eigenthümlichkeit, daß die Kurbeln um einen rechten Winkel gegeneinander verstellt sind, und daß demnach die Kolben nicht wie bei dem eigentlich Woolf'schen System parallel miteinander sich bewegen, sondern zu verschiedenen Zeitpunkten ihre todten Punkte passiren. Behufs der Ermöglichung dieser Wirkungsweise ist noch ein dritter Cylinder, oder besser gesagt ein cylindrisches Gefäß unterhalb angebracht (hier punktirt dargestellt), in welches sich der aus dem kleinen Cylinder abströmende Dampf zunächst ergießt, um alsdann erst in den großen Cylinder zu gelangen. Dieses Gefäß hat den Zweck, die Dampfdrücke auszugleichen und könnte daher Compensator (nicht Condensator) genannt werden, und der Zweck dieser Constructionsform der von Walter May in Birmingham auf der londoner Ausstellung 1862 ausgestellten Maschine ist die Bewirkung eines gleichförmigern Ganges. Uebrigens hat der Condensator mit Luft- und Speisepumpe, mittels einer Schüttelwelle bewegt, vorn an der Seite der Maschine seine Stellung erhalten.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Corliß-Maschine, die erstere von der Vorderseite in perspectivischer, die letztere von der Rückseite in geometrischer Ansicht. Letztere Figur stellt namentlich den hervorragendsten Bestandtheil dieses Maschinensystems dar, nämlich die Steuerung.

Hinsichtlich derselben erscheint hier vor genauerer Beschreibung dieser Maschine ein historischer Rückblick am Platze.

Die Steuerungen.

Der erste Steuerungsmechanismus, wie er an den Newcomen'schen Maschinen angebracht wurde, war ein einfacher Hahn. Dieser Hahn wurde ursprünglich von Menschenhand und später mittels eines Mechanismus bewegt, welchen man die äußere Steuerung zu nennen pflegt. Jener Hahn wurde bei Einführung des Condensators und der Doppelwirkung der Maschine durch Ventile und später durch den Muschel-, D- und Ω-Schieber ersetzt, welche Organe man im Gegensatz zu denen der äußern Steuerung die innere Steuerung zu nennen pflegt. Der Muschelschieber ist eine geraume Zeit in Anwendung geblieben und durch Anbringung von äußerer und innerer Ueberdeckung (Ueberlappung) auch als Expansionsschieber, d. h. behufs der Bewirkung der Expansion benutzt. Die Unzulänglich-

keit desselben für letztern Zweck hat alsdann eine größere Anzahl aus zwei Schiebern combinirter Constructionen entstehen lassen, bei welchen dem einen lediglich oder doch vorzugsweise die Rolle des ursprünglichen Muschelschiebers als Dampfvertheiler übertragen wurde, während der andere die Expansion zu vollziehen hatte. Einige solcher Constructionen sind in Fig. 13 auf Taf. 28 und in Fig. 8 und 12 auf Taf. 29, sowie in Fig. 10 auf Taf. 27 dargestellt.

In der ersten dieser Figuren ist der Steuermechanismus von Gonzenbach abgebildet. Der Muschelschieber A wird hier mittels einer Excentristange auf dem sogenannten Schieberspiegel des Dampfkastens B hin- und herbewegt und öffnet bald den einen, bald den andern der beiden nach dem Cylinder führenden Dampfkanäle, während er den mittlern, den Abblasekanal, bald mit dem andern und bald mit dem einen dieser Kanäle in Verbindung setzt. Solange der in einer zweiten Dampfkammer C befindliche zweite Schieber E, welcher ebenfalls mittels einer Excentristange bewegt wird, die Durchbrechung D offen hält, kann frischer, durch die Leitung F herzugeführter Dampf in den Cylinder gelangen. Sobald aber ein Abschluß von D erfolgt, tritt Expansion ein.

In Fig. 8 auf Taf. 29 ist der zweite, ebenfalls von einer Excentristange bewegte Schieber direct auf dem Rücken des Muschelschiebers angebracht, und letzterer hat zu dem diesbezüglichen Zwecke eine Erweiterung behufs Anbringung zweier Kanäle erhalten, welche von dem Expansionsschieber abwechselnd nach Maßgabe des Expansionsgrades geschlossen werden. Um den Expansionsgrad verändern zu lassen, besteht dieser Meyer'sche Schieber aus zwei Theilen, welche mittels zweier, an der drehbaren Schieberstange angebrachten Schraubenmechanismen mehr oder weniger voneinander entfernt werden können.

Bei der Steuerung von George in Fig. 12 auf Tafel 29 ist zwischen dem mit Kanälen versehenen Muschelschieber und dem mittels besonderer Excentricstange bewegten Expansionsschieber eine aus zwei übereinanderliegenden Theilen bestehende Platte angebracht, und hierdurch der Dampfkasten, ähnlich wie in Fig. 13 auf Taf. 28, in zwei mittels verschließbarer Oeffnungen communicirende Hälften getheilt. Dadurch, daß die beiden mittlern Bestandtheile des obern Theils jener Platte mittels Zahnstange und Zahnrad verschoben werden können, indem letzteres mittels einer durch den Deckel des Dampfkastens gesteckten Stange oder Spindel drehbar ist, läßt sich der Expansionsgrad beliebig verändern.

Auch bei der bereits auf Seite 72 besprochenen Steuerung von Farcot wird eine Veränderung des Expansionsgrades durch eine Spindel möglich gemacht, welche durch eine im Deckel des Dampfkastens angebrachte Stopfbüchse mit einem drehbaren excentrischen Anstoßscheibe in Verbindung steht.

Nachdem mehr und mehr die Erkenntniß Raum gewann, daß die Veränderung des Expansionsgrades den Vortheil einer bessern Dampfbenutzung noch nicht völlig erreichen läßt, wenn dieselbe blos von der Hand des Maschinenführers bewirkt wird, sondern daß sie vollgewichtiger in Wirksamkeit tritt, wenn sie von der Maschine selbst je nach deren zu durchlaufenden wechselvollen Kraftentwickelungsphasen geregelt wird, so hat man den Verstellungsmechanismus des Expansionsschiebers mit dem Regulator der Maschine in Verbindung gebracht und hierdurch unter Fortlassung der die Geschwindigkeit regelnden Drosselklappe bewirkt, daß die Maschine ihren gleichförmigen Gang nicht wie früher infolge Drosselung, d. h. Druckverminderung, des Dampfes, sondern durch Veränderung des Expansionsgrades erhält, oder auch [illegible] daß für jede bei constant bleibender [illegible] von der Maschine abzuleistende Arbeit [illegible] ungedrosselt, d. h. mit seiner größtmöglichen [illegible] zur anfänglichen Wirkung gelangt.

Ein diesbezüglicher Verstellungsmechanismus der für die in Fig. 10 auf Taf. [illegible] Steuerung angewendete, ist auf [illegible] dargestellt.

Mit der verlängerten Hülse des [illegible] sichtbaren horizontalen Welle [illegible] Pendels sind zwei Frictionsscheiben [illegible] den letztern ist ein in dieselben eingreifender [illegible] angebracht, welcher konische Räder [illegible] plötzlicher Zunahme oder Abnahme der [illegible] keit der Maschine kommt die unter [illegible] der Frictionsscheiben in Eingriff und [illegible] Räder nach links oder nach rechts [illegible] diesen konischen Rädern in Eingriff [illegible] Rad der obern horizontalen Welle [illegible] letztern ebenfalls bald nach links oder [illegible] gedreht und bewegt daher die mit ihm [illegible] in Verbindung gebrachte Spindel des [illegible] bald nach der einen, bald nach der [illegible] solange, bis die normale Stellung des [illegible] erreicht und hierdurch jede der Friction[illegible] Eingriff gebracht ist.

Eine recht einfache diesbezügliche [illegible] schon einer frühern Periode der Geschichte [illegible] angehört, aber freilich eine nicht [illegible] Wirkungsweise hat, ist auf Taf. 30 [illegible] gestellt.

Linkerhand dieser Figur erscheint [illegible] Stück des Cylinders mit den Dampf[illegible] Dampfkasten und dem darin auf [illegible] beweglichen Muschelschieber und [illegible] Scheidewand des Dampfkastens [illegible] Dieses Ventil wird geöffnet und [illegible] Regulator vermittels einer derjenigen [illegible] eines, in dem rechterhand dargestellten [illegible] des Regulators sammt Gestell [illegible] Stücks, welches von dem Regulator [illegible] gesenkt, beziehentlich gedreht wird [illegible] Expansionsventil früher oder [illegible] bringt.

An Stelle der Muschelschieber [illegible] des Excentricsmechanismus (Kurbel [illegible] hin- und hergehende Bewegung [illegible] oscillirende Schieber (Fig. 11 [illegible] wendet, und dieselben wurden [illegible] gerichtet, daß sie durch eine [illegible] bewegung die Dampfvertheilung [illegible]

In gleicher Weise wurde der [illegible] wendete Hahn zu einem Hahnschieber [illegible] er in Fig. 12 auf Taf. 28 nach [illegible] von Maudslay dargestellt ist. [illegible] oscillirend oder rotirend bewegen [illegible] der Dampf dem Cylinder, wie [illegible] Muschelschiebers, mittels zweier [illegible] und aus demselben mittels derjenigen [illegible]

Endlich sind auch die Ventile, welche [illegible] ohne rotirende Bestandtheile wirken [illegible] maschinen nie außer Anwendung [illegible] auch für die kleinern mit rotirenden [illegible] den Maschinen benutzt worden, [illegible] verbesserte, das durch den Dampf[illegible] derselben bedeutend erleichternde [illegible] stand, d. h. seitdem aus ihnen [illegible] wurden (Fig. 11 auf Taf. 29).

eines einzigen, mit Expansionsvorrichtung Muschelschiebers wurden dann vier solcher gebracht, zwei für den Dampfeinlaß, zwei ampfauslaß, und je eins dieser zwei für eins für die andere Seite des Kolbens. ordnung, vereinigt mit einem der früher selbstthätigen Verstellungsmechanismus für on, bildet nun den Hauptbestandtheil der chine und der größern Anzahl der auf der er Weltausstellung bemerkbar gewesenen, dernen Maschinen.

e Maschine von Corliß und von Allen.

(Tafel 29.)

die Erfindungsthätigkeit schon im Beginn hunderts ihre Auswanderer über den Ocean und nachdem auch die Vereinigten Staaten findung der Hochdruckmaschine von Evans des ersten praktischen Dampfschiffs von 07) in den Kreis der Mitarbeiterschaft an ommnung der Dampfmaschine und deren Verwendung getreten waren, haben die seit einigen Decennien nach dieser Richtung nlicher sich hervorgethan. Im Einklange chen Tempo ihrer Geschäftsthätigkeit sind s gewesen, auch der Thätigkeit der Dampf- n raschern Pulsschlag einzuprägen. Wäh- n Kolben der Dampfmaschinen früher eine eit von 0,5 Meter gab und dieselbe all- uf 0,8, 1 und 1,5 Meter steigerte, trat der llen auf der pariser Ausstellung 1867 mit nenconstruction hervor, bei welcher der —4 Meter Geschwindigkeit bewegt wurde. esserung, welche namentlich den Vortheil ng geringerer Dimensionen und geringerer sten für eine Maschine von erforderlicher keit erreichen läßt, scheint jedoch praktische iten mit sich zu führen. Denn wiewol g derselben auf gleichartige Bestrebungen cten der letzten wiener Weltausstellung nnen war, indem die dortigen Maschinen 2 Meter Kolbengeschwindigkeit arbeiteten, eine Allen'sche Schnellaufmaschine utreffen. it die schon auf der londoner Ausstellung n erregende Maschine des Amerikaners derartig gewaltigen Einfluß ausgeübt, tonangebend für die Construction fast Wien ausgestellter Dampfmaschinen zu Ob vollberechtigt oder ob zum großen tiven der Mode, der Reclame und des Uebergewichts des amerikanischen Re- noch nicht erwiesen.

g. 5 und 6 auf Taf. 29 im Vergleich en Abbildungen dieser Tafel zeigen, = Maschine auch die Neuheit, daß der oben auf dem eisernen Fundamente, an demselben angebracht ist. Jedoch ursache der Steuerungsmechanismus, 6) aus vier Hahnschiebern besteht, eines einzigen Excentrics und eines chanismus bewegt werden. Die beiden Dampfauslaß bestimmten Hahnschieber einen gewöhnlichen Hebel, mittels fortwährende hin- und hergehende Be- n. Die beiden obern, für den Dampf- en, haben dagegen je einen Winkel- en einen Arm eine verticale belastete n dessen andern Arm der Excentric- greift. Letzterer ist auslösbar und die Auslösung erfolgt durch einen Mechanismus, welcher mit dem Regulator in Verbindung gebracht ist. Beschleunigt die Maschine ihren Gang und heben sich infolge dessen die Kugeln des Regulators, so werden die von dem Excentricmechanismus geöffneten Schieberhähne eher als sonst aus letzterm ausgelöst und durch die niederfallenden belasteten Stangen eher als sonst rasch geschlossen, sodaß infolge dessen die Expansion eher als sonst eintritt. Durch die Auslösung wird vermittels der belasteten Stangen ein rascherer Abschluß als bei andern Steuerungen bewirkt; dadurch, daß der auslösende Mechanismus mit dem Regulator in Verbindung gebracht ist, wird eine selbstthätige Veränderung des Expansionsgrades, also eine Constanthaltung der Geschwindigkeit der Maschine nicht durch Drosselung, sondern durch Expansion erzielt, und dadurch, daß vier getrennte Schieber angeordnet sind, werden die durch sonst erforderlich werdende längere Dampfkanäle entstehenden Dampfverluste vermieden.

Bei den neuern, nach Corliß'schem System construirten Maschinen sind die behufs der Vermeidung von Erschütterungen in (unten sichtbare) Luftköpfe eingeschlossenen Gewichte der belasteten Stangen durch Federn ersetzt und die übrigen Mechanismen vereinfacht; außer den Hahnschiebern werden auch Doppelsitzventile oder schleichende Schieber angewendet. Die Construction ist jedoch bei weitem complicirter, als eine Steuerung mit Muschelschiebern, ein Beweis dafür, daß man heutzutage zu Gunsten der bessern Dampfausnutzung nicht so sehr vor verwickelten und schwierigen Constructionen zurückschreckt, als zu einer Zeit, wo die Erfindung des Muschelschiebers wegen der Einfachheit desselben die bis dahin gepflogene Anwendung der jetzt wieder hervorgeholten Hähne und Ventile verdrängte.

Fig. 10 ist bei der Beschreibung von Taf. 21, und Fig. 9 und 14 sind bei derjenigen von Taf. 26 besprochen.

5. Oscillirende und rotirende Maschine

(Tafel 30.)

Das Construiren der auf Taf. 28 und 29 abgebildeten Maschinen ohne Balancier läßt einsehen, daß diese Formen sehr hoch oder sehr lang gestreckt deshalb ausfallen, weil die lange Lenkstange, wenn an die völlig aus dem Cylinder herausgezogene Kolbenstange angeschlossen, in dieser Lage bis zu der anzubringenden Kurbelwelle genügenden Platz haben muß. Könnte das Zwischenglied zwischen Kolben und Lenkstange, nämlich die Kolbenstange, in Wegfall kommen, so würde die Maschine bedeutend kürzer werden und daher weniger Raum einnehmen.

Diese Erkenntniß führt, ebenso wie eine sinnreiche kinematische Betrachtung, auf die Anwendung schwingender Cylinder, d. h. auf die Construction der oscillirenden Maschinen.

Der beregte Uebelstand läßt sich auch auf andere Weise vermeiden, z. B. durch Anordnung zweier Lenkstangen, welche den Cylinder umfassen und mit einer unter oder vor der Bodenseite des Cylinders angebrachten Kurbel verbunden werden (Fig. 2 auf Taf. 28); ferner durch Anwendung eines parallel zur Kolbenfläche beweglichen Cylinderdeckels. Allein den Vorzug verdienen die oscillirenden Maschinen.

Namentlich bei Dampfschiffen, bei denen Raumersparniß von besonderer Wichtigkeit ist, haben dieselben häufig Anwendung gefunden.

Dieselben auch aus Gründen der bessern Dampfausnutzung oder des geringern Reibungswiderstandes zu bevorzugen, ist ungerechtfertigt.

Auf Taf. 30, Fig. 9 ist eine solche Maschine von horizontaler Aufstellung abgebildet. Der Cylinder schwingt, während die Kurbel rotirt, um zwei in der Mitte seiner Länge angebrachte Zapfen hin und her. Diese Zapfen sind hohl; der eine läßt den frischen Kesseldampf durch seine Höhlung in den oben auf dem Cylinder sichtbaren Dampfkasten strömen, der andere führt den verbrauchten Dampf ab. Die innere Einrichtung des Cylinders stimmt mit derjenigen der bisher beschriebenen Maschinen überein. Die innere Steuerung besteht aus vier oben auf dem Cylinder angebrachten Ventilen, die äußere Steuerung aus einer in der Mitte der Länge des Cylinders angebrachten Schüttelwelle mit Knaggen, welche in die jene Ventile bewegenden Winkelhebel eingreifen.

Die Fig. 1, 5 und 12 stellen oscillirende Maschinen von verticaler Aufstellung dar, die erste eine solche mit unten liegender Schwungradwelle und darüber schwingendem Cylinder, die andern solche mit oben liegender Schwungradwelle und unter derselben schwingendem Cylinder, und zwar letztere mit Schwingungsachsen, welche am Boden, Fig. 5 mit solchen, welche in der Mitte des Cylinders angebracht sind.

Die schwingende Bewegung der Cylinder wird häufig zur Bewegung des Steuerungsmechanismus ausgenutzt.

Diesbezüglich stellen Fig. 13 und 14 den Cylinder mit den hohlen Zapfen, sowie die Steuerung im Durchschnitt dar. Linkerhand in Fig. 13 ist das in den hohlen Zapfen übergehende und mit Drosselklappe versehene Dampfrohr zu erkennen. Von der Höhlung des Zapfens führt ein Kanal in den Dampfkasten, in welchem, wie Fig. 14 zeigt, ein Farcot'scher Schieber angebracht ist, genau von der Construction, welche auf Taf. 27 durch Fig. 10 dargestellt wird. Der Vertheilungsschieber dieses Farcot'schen Mechanismus wird mittels einer Stange bewegt, welche in eine linkerhand der Fig. 14 sichtbare, feste Coulisse eingreift. Durch die Schwingung des Cylinders wird das mit einem Gleitklotz ausgerüstete Ende jener Stange in der Coulisse hin- und herbewegt und hierdurch der Schieber in die behufs der Dampfvertheilung erforderlichen Stellungen gebracht. Der Dampf gelangt auf diese Weise mittels der in Fig. 13 erkennbaren Dampfkanäle bald oben und bald unten in den (hier bruchstückweise dargestellten) Cylinder und strömt auf demselben Wege, sowie durch einen um den Cylinder ringförmig angebrachten Kanal und durch den rechterhand erkennbaren hohlen Zapfen wieder ab.

Taf. 30, Fig. 15 und 16 zeigen die Anbringung eines Farcot'schen Expansionsmechanismus an einer um ihre Fußpunkte schwingenden Maschine. Bei dieser Construction wird der mit dem Cylinder hin- und herschwingende Vertheilungs- oder Muschelschieber in die entsprechenden Stellungen vermittels eines Hebels und einer festen Achse gebracht, welche im Ausblasekanal gelegen ist, während der auf dem Rücken des Muschelschiebers mittels Reibung bewegte Expansionsschieber in der bereits früher beschriebenen Weise durch eine verstellbare excentrische Scheibe gesteuert wird. Fig. 15 zeigt die Stellung des am weitesten nach links, Fig. 16 diejenige des am weitesten nach rechts verschobenen Muschelschiebers. Letztere Figur muß man sich schräg gestellt denken, sodaß der genannte Steuerhebel vertical, wie in Fig. 15, zu stehen kommt.

Eine besondere Art der oscillirenden Maschinen ist die in Fig. 2 dargestellte Construction. Hier ist ein Cylinder angewendet, dessen Axe parallel zur Schwungradwelle liegt, und in welchem ein Kolben nicht von Scheiben-, sondern von Plattenform angebracht ist. Dieser Kolben wird durch den Dampf in eine um die Mittelaxe sich vollziehende schwingende Bewegung versetzt und macht die Kurbel mittels des Kolbens rotiren. Die im Fundamente gezeichnete Grube läßt den hinten angebrachten Mechanismus der Steuerung erkennen.

Diese Constructionsart bildet gewissermaßen den Uebergang zu den rotirenden Rotationsmaschinen.

Diese Bezeichnung wird wol im Gegensatze zu denjenigen Maschinen, welche nur hin- und herbewegte Bestandtheile haben, auf Maschinen angewendet, welche mit Kurbel und Schwungradwelle versehen sind. Allein eigentlich heißen Rotationsmaschinen nur solche Maschinen, welche einen rotirenden Kolben haben und welche behufs Vermeidung einer Kurbel auch wol rotative anstatt rotirende Maschinen genannt werden.

Aus der soeben beschriebenen oscillirenden Maschine wird eine rotirende oder rotative, sobald der Kolben eine fortwährend rotirende Bewegung hat und wenn demgemäß unter völliger Beseitigung des Kurbelmechanismus die Schwungradwelle mit der rotirenden Kolbenstange verbunden wird.

Fig. 7 läßt zunächst erkennen, daß die Schwungradwelle einfach die verlängerte Kolbenstange ist und durch Stopfbüchsen aus dem Boden des Cylinders abgenommenen) Deckel heraustritt und nicht hin- und herbewegt, sondern umgedreht wird. Der Cylinder ist von eigenthümlicher Einrichtung. Er besteht aus dem Körper A und zwei Bestandtheilen C und D, welche ventilform und wird über einen im Cylinder befindlichen Bestandtheil H derartig bewegt, daß die Kolben dicht auf seinen Umfang anlegen und nur theilweise zugeführte und nur durch den mit Klappen versehenen Kanal G in den Schlitz F gelangt. Der Druck die Klappen auf, wirkt im Innern des Cylinders gegen dieselben, wie gegen die beweglichen Kolben und strömt im unteren Theile des Cylinders wieder ab. Durch das Verbringen der Kolbenklappen wird bewirkt, daß der den Kolben enthaltende Raum des Cylinders von dem ankommenden Dampf enthaltenden Raum getrennt bleibt. Die Fig. 3 und 4 geben einen Schnitt und den Durchschnitt einer rotativen Maschine von Kenyon. In der Figur der Kolben mit Kolbenstange weggelassen läßt erkennen, daß die als Schwungradwelle dienende Kolbenstange links und rechts durch Deckel und im Deckel angebrachte Stopfbüchsen geführt ist. Oben auf dem Cylinder ist der Dampfzuleitungs- und Ableitungsrohr sichtbar. Der Kolben hält, wie Fig. 3 zeigt, einen Muschelschieber, wie bei den Maschinen gewöhnlich, und drei Dampfkanälen hin- und herbewegt, welche jedoch hier nur zum Umsteuern dienen, der gezeichneten Stellung so lange dem Maschine nach einer und derselben Richtung drehen soll.

Die beiden Dampfkanäle münden in den Mantel des Cylinders aus. Der rechte (Fig. 3) dient zur constant bleibende Drehrichtung des Kolbens, zum Einlassen, der linke nur zum fortwährenden Ausblasen des Dampfes. Der plattenförmige Kolben ist excentrisch angebrachten cylindrischen Mantel geschlossen und darin radial bewegt, und zwar aus zwei mittels Federn aus einander gepreßten Cylinderwandungen gepreßten Stücken. Das cylindrische Mittelstück wird mittels Federn gegen den Mantel dicht angepreßt. Durch die hierdurch bewirkte Abscheidung der rechten von der linken

die auch in Fig. 4 erkennbare excentrische Kolbenwelle wird die Drehung des Kolbens

stellt eine der vorigen sehr ähnlich con-aschine dar. Auch hier ist die Kolbenwelle concentrisch darauf befestigten Hohlcylinder im Dampfcylinder angeordnet. Es sind aber plattenförmige Kolben, beziehentlich vier bkolben angebracht. Auch erfolgt, was übri-nsächlich, die Berührung zwischen dem Kol- und dem Dampfcylinder oben anstatt unten. noch links und rechts je ein Dampfkanal , welcher jedoch nur zum Ablassen des Dam- Ein zu oberst gelegener Schieber wird nur und Abstellen der Maschine, beziehentlich zur des Dampfes benutzt, während der unter in der Dampfkammer, befindliche Schieber veck der Umsteuerung erfüllen lassen soll, also Ruhe bleibt, als die Kolbenwelle in der Rich-ingezeichneten Pfeile umläuft. Der Dampf nur durch einen der beiden innern, oben r ausmündenden Kanäle zu, jedoch aus je innern und je einem der äußern, unten im usmündenden Kanäle ab. Dadurch, daß einem der vier radial beweglichen Kolben-strömte Dampf von dem bei der Drehung enden Kolbentheile abgesperrt wird, und da-bei Vorrückung eines solchen Kolbentheils Stellung der den Dampf enthaltende Raum vergrößert wird, entsteht Expansion. Behufs dieses Zwecks sind die vier radialen Kolben-nur zweier angebracht.

enden oder rotativen Maschinen von ähn-en soeben beschriebenen Constructionen haben ie in Fig. 6 und 8 abgebildeten Formen. rtigen Cylinder sind entweder auf einer Fun-e oder an der Wand befestigt; auf der ist behufs der Kraftübertragung unmittel-iemenscheibe oder ein Zahnrad angebracht, Schwungrad entweder gar nicht (Fig. 8) on sehr geringen Dimensionen vorhanden acht (Fig. 6).

ellt sich, wie Fig. 10 zeigt, der Cylinder ich wie derjenige einer Maschine mit alter-gtem Kolben dar. Diese Figur läßt im it Fig. 6 ferner die Vereinfachung erken-ich der Kugelregulator unmittelbar auf der angebracht ist.

hat man, wie den Rotationspumpen, so otationsdampfmaschinen auf die mannich-ise die Constructionsform der Kapselräder z. B. hatte die auf der pariser Ausstellung einiges Aufsehen erregende Behrens'sche innere Einrichtung der auf Taf. 20 in estellten Pumpe desselben Erfinders, und uch eine solche Pumpe.

gleiche der Taf. 30, Fig. 6, 8 und 10 dar-ativen Maschinen mit den auf Taf. 28, entlich auf Taf. 27 abgebildeten Formen, constructive Einfachheit drastisch genug eine rotirende Welle zu bewegen, erscheint einfacher, als die Anbringung eines mit ct verbundenen und von einem Gehäuse Kolbens. Die von jeher rege gewesenen mer wieder aufs neue sich bethätigenden nach Erfindung einer rotativen Maschine, jenen Vorzügen der constructiven Ein-diejenigen der vortheilhaften Dampfaus-nigen möge, sind daher erklärlich. Die-sich aber auch, ja vorzugsweise, aus noch einem anderweiten Grunde herleiten, nämlich aus der Ansicht, daß durch den Kurbelmechanismus, welcher bei den übrigen, üblichern Constructionsformen durchweg angewendet wird, eine nicht unbedeutende, ja sogar sehr beträchtliche Größe an Kraft, oder besser gesagt, an Effect verloren gehe. Diese, den Erfindern so oft als Irrlicht vorschwebende Ansicht ist jedoch völlig verkehrt. Abgesehen von sehr unbedeutenden Reibungswiderständen überträgt die Kurbel genau so viel Effect, als dem alternirend bewegten Kolben vom Dampfe überliefert wird. Wenn auch der auf dem Kurbelzapfen übertragene mittlere Druck keineswegs so groß als der vom Kolben ausgeübte ist, so stellt sich doch der von ersterm in gegebener Zeit zurückgelegte Weg um soviel größer, als der vom Kolben durchlaufene heraus, daß das Product von Kraft und Weg für beide dieser Organe ganz gleich bleibt, und dieses Product, die sogenannte mechanische Arbeit, und nicht jener eine Factor desselben ist entscheidend für den ausgenutzten Effect.

Die schon mit Watt (1782) und mit Murdock (1799) anhebenden Bestrebungen nach Erfindung einer vortheilhaft wirkenden rotativen Dampfmaschine scheitern zumeist an dem Unvermögen einer Vermeidung sehr beträchtlicher Dampfverluste. Den scheibenförmigen Kolben einer alternirend wirkenden, gewöhnlichen Dampfmaschine gegen Undichtheiten zu schützen, ist ungleich einfacher, leichter und sicherer, als den plattenförmigen oder doch im Querschnitt viereckig sich darstellenden Kolben einer rotativen Maschine mit den geeigneten Dichtungsorganen zu versehen, und obenein fallen die Reibungswiderstände des letztern beträchtlicher als diejenigen des erstern aus, zumal wenn derselbe, wie in Fig. 11, als ein mehrfacher Kolben construirt ist.

Der Dampf wirkt in allen unsern Dampfmaschinen infolge von Raumerweiterung. Die Maschine muß demselben einen Raum darbieten, welchen er nach Maßgabe seiner, aus dem Wasser entstehenden Masse und nach Maßgabe seiner Expansion unter Ueberwindung eines Widerstandes, welcher seiner, seinem jeweiligen Zustande entsprechenden, größten Spannung entspricht, erweitern kann. Ob diese Erweiterung durch Fortschiebung eines in einem Cylinder beweglichen scheibenförmigen Kolbens, oder durch Fortschiebung mehrerer derartiger in mehrern Cylindern beweglicher Kolben, oder durch Drehung eines oder mehrerer in Umhüllungen angebrachter, plattenförmiger Kolben bewerkstelligt wird, ist an und für sich gleichgültig. Eine dehnbare Blase, in welche man den Dampf strömen ließe, und bei welcher nicht nur durch einen Bestandtheil der Wandung (einen Kolben), sondern durch die ganze Wandung unter Ueberwindung eines vorhin charakterisirten Widerstandes die Raumerweiterung bewirkt würde, könnte ebenfalls angewendet werden. In der That sind auch solche blasenartige Constructionen, d. h. es sind Maschinen versucht worden, welche statt des Dampfcylinders mit Kolben ein Gefäß hatten, welches aus einer festen und aus einer damit verschraubten elastischen Stahlplatte bestand, und in welches der Dampf behufs Biegung dieser Stahlplatte ein- und ausgelassen wurde, während mit der elastischen und durch ihre Elasticität den abgespannten Dampf austreibenden Platte die Lenkstange verbunden war.

Es kommt aber darauf an, von allen diesen Constructionen diejenige aufzufinden, welche allerhand bei jener Raumerweiterung auftretende Druck-, Substanz-, Wärme- und Reibungsverluste möglichst vermeiden läßt. Eine solche vorzügliche Construction ist eine von den erfundenen Rotationsmaschinen nicht. Die Constructionen mit alternirend beweglichen Kolben nehmen vielmehr immer noch den ersten Rang ein, weshalb denn

auch eingangs der historischen Darlegungen mit Recht behauptet wurde, daß der Guericke-Papin'sche Apparat für unsere praktisch brauchbarsten Dampfmaschinen den Urtypus bilde. Die Einfachheit der Construction, dieser Vorzug der Rotationsmaschinen, entscheidet aber gegenüber jenen Verlusten nichts, wie die Thatsache beweist, daß die complicirter construirten Wool's'chen Maschinen den eincylindrigen vorgezogen wurden, und wofür die fernere Thatsache spricht, daß der einfache Muschelschieber dem bedeutend complicirtern Mechanismus der Corliß-Steuerung neuerdings den Platz räumen mußte.

Fig. 17 ist bereits bei den „Steuerungen" (Taf. 29) besprochen.

6. Transportable Dampfmaschinen, Locomobilen und Halblocomobilen.

(Tafel 31.)

Behufs der Unterscheidung und Klassifikation der Dampfmaschinen sind etliche Bezeichnungen üblich geworden, von denen viele im Laufe der bisherigen Darlegung bereits angeführt wurden. Hinsichtlich der Beschaffenheit des verwendeten Dampfes und der Art seiner Wirkungsweise spricht man von den allerdings historisch gewordenen atmosphärischen Dampfmaschinen, von den Dampfmaschinen schlechtweg und von Maschinen mit überhitztem Dampf, von einfach- und doppeltwirkenden Maschinen; ferner unterscheidet man Dampfmaschinen mit und ohne Condensation, mit und ohne Expansion, mit constanter und mit variabler Expansion, mit von Hand und selbstthätig verstellbarer Expansion. Man theilt diese Motoren ein in Niederdruck-, Mitteldruck-, und Hochdruckmaschinen, je nachdem der Dampf mit nur $1^1/_2$, mit 2—3, oder mit 3—10 Atmosphären Spannung darin wirkt. Ein-, zwei- und mehrcylindrige Maschinen werden unterschieden, einfache und Zwillingsmaschinen. Nach Maßgabe ihrer Constructionsart sind dieselben hier als Maschinen mit und ohne Balancier, als verticale und horizontale, als solche mit festem und mit oscillirendem Cylinder, als solche mit alternirender und rotirender Kolbenbewegung aufgeführt. In der antithetischen Bezeichnungsweise wird auch von Land- und Seedampfmaschinen (Schiffsmaschinen), von stationären und transportablen, beziehentlich locomobilen Dampfmaschinen gesprochen.

Eine transportable Dampfmaschine ist eine durch Vereinigung mit ihrem Kessel und durch Entbehrlichmachung eines Fundamentes transportfähig gemachte Dampfmaschine.

Von den bisher beschriebenen Constructionsformen erscheint der Kessel völlig losgelöst, gesondert, und in der That ist auch die Wirkungsweise des Kessels so sehr verschieden von der der Maschine, daß ein englischer Praktiker rücksichtlich der geschäftsmännischen Behandlungsart mit Recht den Ausspruch that, Dampfkesselbau und Maschinenstube sollten wie zwei verschiedene Geschäfte aufgefaßt werden, mit separater Buchung betreffs der Dampfentwickelung und der Dampfverwerthung.

Die transportable Dampfmaschine stellt sich dagegen als volle, ganze Maschine dar, als eine in sich abgeschlossene Individualität.

Indem die eigentliche Maschine mit dem Kessel vereinigt wird, dient letzterer als Fundament.

Bei größern Exemplaren wird, wie Taf. 31, Fig. 9 zeigt, der Kessel mit seiner Längenaxe in der Regel horizontal aufgestellt und demgemäß auch die Maschine horizontal angeordnet, von welcher [illegible] auf dem Rücken der den Rost enthaltenden Feuerkiste, und die Kurbelwellenmenscheiben auf dem Rücken der [illegible] hinter dem Schornstein angebracht [illegible].

Kleinere Exemplare erhalten dagegen [illegible] auf Taf. 28 zeigt, meistens eine [illegible] mit verticaler Maschine, von welcher [illegible] der oben und die gekröpfte Kurbel[illegible] Riemenscheiben verwendbaren Schwungrad[illegible] Theile angebracht erscheint.

Sollen die transportablen Maschinen [illegible] Ortsveränderung unterzogen werden, [illegible] sie, wie Taf. 31, Fig. 8 zeigt, in [illegible] welcher gleichzeitig dem Maschinisten [illegible] dient. Häufiger jedoch bleibt die die [illegible] Heizer schützende Hülle des Wagenkastens [illegible] die Maschine wird einfach auf ein paar [illegible] versehene Räderachsen gestellt. In dieser [illegible] und 7 veranschaulichten Form wird [illegible] Locomobile genannt, während [illegible] Fig. 9 und durch Fig. 9 auf Taf. [illegible] Gestalt Halblocomobile heißt.

Der Dampfentwickler der transportablen [illegible] meistens ein sogenannter Vielrohrkessel [illegible] Einrichtung aus Betrachtung der Fig. [illegible] erkannt werden kann. Auf den Rädern [illegible] ein einfacher Hohlcylinder aus Blech, [illegible] nem Rücken die Maschine und den [illegible] umgelegten Schornstein trägt. In dieser [illegible] ist ein Büschel von vielen engen Röhren [illegible] bracht, welches mit dem an der Vorderseite, durch etliche (hier 7) Anker [illegible] halbcylindrischen Feuerraum verbunden [illegible] hier dargestellt, behufs des Reinigens [illegible] aus dem Hohlcylinder herausgezogen [illegible] sonst jedoch mit der als Deckel fungirenden [illegible] platte an den Hohlcylinder dampfdicht [illegible] wird.

Die Oberfläche des zu verdampfenden [illegible] welches die von den heißen Verbrennungsgasen durchströmten Röhren zu liegen kommen, [illegible] nur bis etwas über das Röhrenbündel [illegible] obern Raum des Hohlcylinders frei [illegible] (Siehe die Kessel der Locomotiven [illegible]

Die Maschine ist entweder zunächst [illegible] damentplatte und diese am Kessel befestigt [illegible] Taf. 28), oder direct auf letzterm angebracht [illegible] Fig. 1, 7 und 9). Da letzternfalls die [illegible] Cylinder und Kurbelwellenlager [illegible] Wärme stattfindenden Ausdehnung [illegible] Entfernungen voneinander ändern [illegible] lut genaues Constantbleiben dieser [illegible] Interesse eines möglichst reibungslosen [illegible] ein wichtiges Erforderniß ist, so [illegible] Constructionen erdacht, welche neuerdings die englischen Maschinen auszeichnen.

Selbstverständlich können die transportablen nicht jede beliebige Größe, sondern [illegible] Dimensionen erhalten. Locomobilen [illegible] ein Drittel Mt. Durchmesser des Cylinders [illegible] Leistung von 10—15 Pferdestärken [illegible] größten Exemplare. Auch ist es [illegible] kleinsten Dampfmaschinen zu der [illegible] Gattung gehören werden. Eine [illegible] maschine von Mignon und Reuntel [illegible] kleinste auf der letzten wiener Weltausstellung einen Cylinder von 0,03 Mt. Durchmesser [illegible] Hub und äußerte bei 300 minutlichen [illegible] eine Leistung von ein Reuntel Pferdestärke.

raft nur eines einzigen Arbeiters ersetzte. Ihr
bender Kessel von etwas über ½ Mt. Höhe
t. Durchmesser wurde mittels eines mehr-
Bunsen'schen Brenners durch Gas geheizt.
jedoch noch kleinere Maschinen, welche zu
ünsten, mehr zur Spielerei als zu nützlichen
verwendeten und deshalb Spielzeug-
n genannten Motoren den Uebergang bilden.

e Maschinen, Gasmotoren und andere modynamische Kraftmaschinen.

(Tafel 31.)

n vor Erfindung der Dampfmaschine seitens
e Benutzung der Gase des Schießpulvers
che Substanz versucht wurde, so ist man
rfindung derselben erklärlicherweise auf den
er Verwendung anderer Dämpfe als der
fe und anderer Gase als der genannten
ulvers gekommen und hat diesen Gedanken
eueste Zeit festgehalten, beziehentlich dessen
ng mit periodischen Anläufen immer wieder
angestrebt.
nd die ersten Ideen nicht über das allge-
ctiren hinausgekommen, sodaß von einer
er Entwickelung der diesbezüglichen Con-
rst seit einem beinahe hundert Jahre nach
ng der ersten Newcomen'schen Dampfma-
nen Zeitpunkte die Rede sein kann.

1. Gaskraftmaschinen.

igerweise hebt diese Geschichte, wenn man
wähnten Schießpulverversuche Papin's ab-
der Dampfmaschine, mit einer Heron'schen
Reactionskugel an. Denn im Jahre 1791
Barber ein Patent auf eine derartige
nd auf einen Retortenofen, mittels welches
ohle, Oel oder sonst einer kohlenwasser-
Substanz Gas entwickelt, in Verbindung
trischer Luft jener Kugel zugeführt und in
h Entzünden zur Verbrennung, Ausdehnung
n die Kugel in Umdrehung versetzenden
gebracht werden sollte.
später, also über hundert Jahre nach Pa-
en mit dem Guericke'schen Cylinder und
Newcomen'sche Maschine bereits an die
in Thätigkeit gewesen war, ließ sich Street
patentiren, welche im wesentlichen aus
ke-Papin'schen Cylinder bestand, in wel-
s Dampfes ein explosibles Gemisch von
stoffgas und Luft zur Verwendung kommen

hine, deren Construction mit derjenigen
virkenden Dampfmaschine übereinstimmt,
er das mittels des elektrischen Funkens
as- und Luftgemisch nicht nur durch Ex-
ern auch durch Expansion zur Wirkung
det Lebon 1799 und sucht die Einführung
e wesentlich dadurch zu unterstützen, daß
auf „ein neues Mittel behufs Verwen-
nmaterialien zur Erzeugung von Wärme
, b. ein Patent auf Leuchtgasfabrikation,

1823 läßt sich Brown die Anwendung
Zusammenziehung des detonirten Gases
n Raums anstatt der directen Wirkung,
des Kühlwassers patentiren.
Bright wendet 1833 zur Entzündung des
gemisches statt des elektrischen Funkens
eine Gasflamme an. Die Maschine desselben ist direct und doppeltwirkend, Luft und Gas werden mittels zweier Pumpen eingepreßt und das Mischungsverhältniß wird durch den Gang der Maschine selbst mit Anwendung eines Kugelregulators geregelt.

Auch läßt sich James Johnstone 1841 eine Knallgasmaschine unter ausdrücklichem Vorbehalt der Benutzung einer Condensationswirkung dieses Gasgemisches patentiren.

Zu das praktische Leben eingeführt wird diese Art von Maschinen aber erst durch die Leuchtgas-Motoren von Degraud und Hugon 1858 und von Lenoir 1860.

Es ist nämlich, wie hier sofort erwähnt werden mag, keineswegs gelungen, der Dampfmaschine mit diesen neuern Motoren im großen Ganzen erfolgreiche Concurrenz zu machen. Die Erfahrung hat vielmehr gelehrt, daß der Dampf eine bedeutend billigere motorische Substanz als das Gas ist. Daher mußten erst gewisse Bedingungen erfüllt werden, welche der Anwendung des Leuchtgases in gewissen Fällen ein relatives Uebergewicht über diejenige des Wasserdampfes ertheilen. Dieser Bedingungen gibt es im wesentlichen drei, nämlich erstens: die allgemeine Verbreitung der Benutzung des Gases als Leuchtmaterial, zweitens: das Bedürfniß der Kleinindustrie, namentlich in größern Städten, nach Motoren, welche billiger als Menschenkräfte und explosionssicherer als Dampfmaschinen sind, und drittens: die Nachfrage nach einem Motor, welcher nicht fortwährend, sondern nach willkürlichen längern Zeitpausen kurze Zeitperioden hindurch verwendet werden kann, ohne deshalb einer fortwährenden Erhaltung der Ingangsetzungsfähigkeit und eines beträchtlichen Kosten- und Mühaufwandes behufs erneuter Inbetriebnahme zu bedürfen, wie dies bei einer Dampfmaschine wegen des anzuheizenden und im Feuer zu erhaltenden Kessels nöthig ist.

Eine in irgendeinem Locale irgendeines Stockwerks eines städtischen Hauses ohne Furcht vor Explosionsgefahr aufstellbare Leuchtgasmaschine bedarf zur Ingangsetzung nichts Kostspieligeres als ein Streichholz, mit welchem die Entzündungsflamme angezündet wird und kann durch einfaches Zudrehen des Gashahns außer Betrieb bis zur abermaligen Inbetriebnahme gesetzt werden, ohne während dieser Zeitdauer irgendwelche Betriebsunkosten zu verursachen.

Wenigstens paßt dieser Ausspruch auf die später zu beschreibende Otto-Langen'sche Maschine und auf diejenige von Hugon, welche eine mit einer doppeltwirkenden Hochdruckdampfmaschine ziemlich identische Construction hat, mittels eines Blasebalgs das Gas in den Mischkasten pumpt und zwei Gasbrenner speist, welche die Entzündung des im Cylinder enthaltenen Gas- und Luftgemisches bewirken.

Die auf Taf. 31, Fig. 2 dargestellte Maschine Lenoir's, welche übrigens ebenfalls im wesentlichen die Construction einer doppeltwirkenden Hochdruckdampfmaschine und zwar einer solchen von horizontaler Aufstellung hat, ist mit einer elektrischen Batterie, einem Ruhmkorff'schen Apparate, versehen, von welchem die Drähte links und rechts isolirt durch Deckel und Boden des Cylinders geführt und im Innern mit ihren Spitzen gegen die eisernen Wandungen gekrümmt sind. Ein in die Cylinderwandungen überspringender Funken, welcher mittels eines an der Kurbelwelle angebrachten und über eine (in unserer Abbildung sichtbare) Contactscheibe rotirenden zeigerartigen Stiftes jedesmal bald nach Ueberwindung des todten Punktes erregt wird, entzündet das dem Cylinder zugeströmte Gas- und Luftgemisch, welches alsdann durch Expansion den Kolben bewegt. Aehnlich wie bei der Corliß-Dampf-

maschine sind vier Gaswege und zwei Schieber von eigenthümlicher Form, separat für Ein- und Auslaß, angeordnet, und ein Mantel dient zur Aufnahme und Durchleitung von Kühlwasser behufs Paralysirung einer ohne diese Kühlung platzgreifenden Ueberhitzung der Cylinderwandungen.

Der Gasmotor von Otto und Langen in Köln am Rhein (1864) besteht dagegen, wie Fig. 11 zeigt, aus einem verticalen Cylinder, welcher außer zu seiner Hauptfunction gleichzeitig als Träger für den oben auf demselben angebrachten Räder- und Wellenmechanismus dient und unten, etwa bis zur Hälfte seiner Höhe, von einem Mantel umgeben ist, in welchem das in dem nebenstehenden und mit ihm mittels zweier Röhren in Verbindung gebrachten Gefäße enthaltene Kühlwasser circulirt. Die innere Einrichtung hat eine auffallende Aehnlichkeit mit einem verbesserten Papin'schen Apparate, welcher hier mehrfach als die Embryonalform der Dampfmaschinen bezeichnet wurde.

Auch ist die Wirkungsweise mit derjenigen des Papin'schen Apparates insofern identisch, als das entzündete Gas- und Luftgemisch den unbelasteten, d. h. außer Eingriff gesetzten Kolben in dem oben offenen Cylinder in die Höhe treibt und durch seine nachherige Condensation dem atmosphärischen Drucke die Rolle der eigentlich bewegenden Kraft übermittelt, weshalb denn auch dieser Motor eine atmosphärische Gaskraftmaschine heißt. Denn in der That erfolgt die Umdrehung der oben auf dem Cylinder gelagerten Betriebswelle nur vermöge des vom atmosphärischen Drucke niedergetriebenen Kolbens, welcher mittels einer verzahnten Kolbenstange auf einen eigenthümlich construirten und mit jener Welle vereinigten Zahnrad-Sperrklinkenmechanismus einwirkt, wogegen während des arbeitslosen Aufgangs des Kolbens die Umdrehung vermöge des relativ schweren Schwungrades fortgesetzt wird.

Wenn wegen dieser scheinbar primitiven Construction, für welche das Vorbild aus den Uranfängen der Dampfmaschinenformen geholt zu sein schien, und wegen dieser ebenfalls scheinbar primitiven Wirkungsweise dem Langen'schen Motor selbst und sogar vorzugsweise von Sachverständigen anfänglich der Rücken gekehrt wurde, so hat nach gewonnener besserer Einsicht der innere, tiefer liegende Gehalt dieser Erfindung um so mehr überrascht. Und in der That ist diese Maschine keineswegs ein Plagiat an der Papin'schen Primitivform, sondern eine Constructionsart, durch welche die Ausnutzung einer ganz besondern Eigenschaft der hier in Frage kommenden motorischen Substanz, nämlich die der Explosionsfähigkeit, ermöglicht wird.

Bei der Hugon'schen und Lenoir'schen Gasmaschine findet die von Detonation begleitete Explosion des knallgasähnlichen Luft- und Leuchtgasgemisches durchaus keine nützliche Verwendung; die Wirkung derselben wird vielmehr in Erschütterungen der todten Massen aufgezehrt. Bei der Otto-Langen'schen Maschine dagegen ist deren Ausnutzung so beträchtlich, daß dieser Motor beinahe nur halb so viel Gas verbraucht als jene, nämlich pro Pferdestärke und Stunde, einschließlich des Consums des Entzündungsflämmchens, nur 1,1 Kubikmeter im Vergleiche zu 2 Kubikmeter.

Die Otto-Langen'sche atmosphärische Gaskraftmaschine, welche übrigens, wie der Hugon'sche und Wellman Wright'sche Gasmotor, nicht den elektrischen Funken, sondern die Gasflamme zur Entzündung benutzt, würde aus diesem letzten Grunde ihre Concurrenten ohne Zweifel völlig verdrängt haben, wenn sie nicht den großen Uebelstand an sich trüge, nur mit lautem, klapperndem oder doch stöhnendem, hustenartigem Geräusche zu arbeiten, während der Hugon- und namentlich der Lenoir'sche Motor mit fast geräuschloser Bewegung functioniren.

2. Heißluftmaschinen.

Während noch viele andere, als die vorstehenden Erfinder dem Bestreben nach Verwendung explodirender Gase, Knallgases und verwandter Gasgemische Ausdruck gaben, construirte John Stirling 1827 eine Maschine für erhitzte atmosphärische Luft, also eine Heißluft- oder calorische Maschine. Der Stirling'schen Maschine folgte 1833 auf dieser Bahn nach, Ericsson 1848 eine kleinere Maschine von fünf Pferdestärken, von angeblich 60 Pferdestärken in Amerika ausgeführten Functioniren zu bringen. Trotzdem sehen, welches diese und noch mehr eine 1853 für ein Dampfschiff erregte, welche Ericsson 1853 für ein Dampfschiff und welche angeblich 600 Pferdestärken besaß, bei den Probefahrten jedoch nur 200 leistete, wurde bald wieder gedämpft durch die Thatsache, thatsächlich ungünstigere Wirkungsweise, weshalb man gegen Redtenbacher auf Grund theoretischer Gründen vorhergesagt hatte.

Trotzdem entstand in jener Zeitperiode eine Reihe von diesbezüglichen Erfindungen, von denen beispielsweise eine in Fig. 10, Taf. 31, [illegible]

Die genaue Beschreibung der inneren und Wirkungsweise derselben würde den zu Gebote stehenden Raum zu sehr in Anspruch nehmen. Es wird daher nur im allgemeinen [illegible] Maschine von Wilcox aus zwei [illegible] Höhe in einen Ofen hinabhängenden [illegible] von denen der vordere der Arbeits- [illegible] der Speisecylinder ist. Die Böden [illegible] ragen in der Form von spitzen Hüten [illegible] der Cylinder hinein, werden von den [illegible] producten, welche in dem an der Ent[illegible] fallthüre kenntlichen Feuerraume [illegible] erhitzt, und erhitzen ihrerseits wieder [illegible] lindern enthaltene Luft. Die [illegible] nach der Form dieser Cylinderböden [illegible] und oben ebenflächig. Derjenige des [illegible] Arbeitscylinders wirkt, jedoch nur bei [illegible] mittels Lenkstange auf die Kurbel einer [illegible] ten Welle ein, deren (hinten sichtbare) [illegible] ihn wieder nach abwärts treibt. Der [illegible] also derjenige des hinten sichtbaren [illegible] wird dagegen mittels einer auf derselben [illegible] brachten, gekröpften und um 75 Grad [illegible] verstellten Kurbel bewegt und fängt [illegible] an, als er erwärmte Luft in den [illegible] drückt, dieses letztere jedoch nicht, [illegible] einen zwischen beiden Cylindern angebrachten Regenerator durchströmt. Dieser sehr [illegible] Namen tragende Regenerator, in anderen [illegible] gens schon von Stirling und Ericsson [illegible] im allgemeinen aus mehrfach über- [illegible] angebrachten Drahtnetzen oder [illegible] bestehend, hat den Zweck, der aus den [illegible] abströmenden Luft einen Theil von [illegible] entziehen und auf die später vom [illegible] hindurchgedrückte Luft wieder zu übertragen, eine völlige Ausnutzung der [illegible] lassen.

Diese Wilcox'sche calorische Maschine, wie diejenigen von Stirling, Ericsson, [illegible] bereau, Schwarzkopf, Young und [illegible] u. s. w., relativ zum ausgeübten Effekt zu groß, zu complicirt, zu theuer, [illegible] das Besiegen der Concurrenz der [illegible]

Wärmewirkungsgrad liefernden Dampf-
verhinderte.

finder von calorischen Maschinen und die-
welche eine übertriebene Leistung von denselben
, haben ohne Zweifel einen Umstand unbe-
gelassen, welcher von hervorragender Wich-

Derselbe besteht darin, daß die motorische
des Dampfes in der Gestalt des siebzehn-
l so wenig Raum als der abgehende Dampf
den Wassers mittels einer unscheinbar kleinen
die Maschine, in den Kessel, gepreßt werden
dagegen die Luft in einem unverändert blei-
gregatzustande und demnach ohne erhebliche
fferenz mittels einer sehr großen Pumpe in
ne, in den Erhitzungsapparat, gepreßt wer-

Die verwerthbare Leistung ist offenbar nur
nz von derjenigen, welche vom Arbeitskolben
und derjenigen, welche vom Pumpenkolben
wird. Die letztere ist bei der Dampfmaschine
ndend klein, daß man an dieselbe gar nicht
und daß man die Pumpe als einen neben-
Appendix zu betrachten und rücksichtlich der
mmung gar nicht zu beachten pflegt. Die-
gegen bei der Luftmaschine so groß, daß sie
hbaften Bruchtheil der vom Arbeitscylinder
Leistung gleichkommt, und daß der Pum-
, wie Taf. 31, Fig. 10 vor Augen legt, sich
macht, wie der Arbeitscylinder. Hierzu kommt
folgender Umstand. Nur diejenigen calo-
schinen, welche die Luft in bedeutend com-
Zustande zur Verwendung bringen lassen,
heilhaft. Wird aber die Luft mittels der
dichtet, so wird, wie beim pneumatischen
ihre Temperatur sehr beträchtlich erhöht und
nfähig gemacht, noch viel Wärme behufs
Ausnutzung in sich aufzunehmen. Wegen
hen Erfahrung, daß die Luft nicht höher
300 Grad erhitzt werden darf, widrigen-
arge Zerstörung der Maschine namentlich
tgreift, weil noch kein dieser hohen Tem-
erstehendes Schmiermittel erfunden wurde,
Grenze der praktischen Ausnutzungsfähig-
reicht, und die Maschine muß trotzdem ein,
ngskosten relativ zum geleisteten Effect sehr
senmachendes Volumen erhalten.

m diese Herstellungskosten möglichst abzu-
Ericsson 1860 eine neue, compendiösere
irt und damit damals in der technischen
iederholtes, jedoch bereits abermals ver-
ssehen erregt. Diese Form ist Taf. 31, Fig. 5
Die Maschine besteht aus einem einzigen
Cylinder, welcher (rechterhand) in einen
agt, dessen Feuerthür und dessen den Cy-
lartig umgebenden Kanäle in unserer Ab-
rkennen sind. Dieser Cylinder dient, wie
h derjenige der ältern Ericsson'schen Ma-
eitig als Arbeits- und als Pumpencylin-
t aus diesem Grunde zwei Kolben in sich
nittels eines sehr sinnreichen, dieser Con-
diesem Grunde einen wohlverdienten Ruf
benden Kurbel- und Hebelmechanismus
n- und voneinander bewegt werden, daß
t von frischer Luft, das Verdichten, Er-
und Expandiren derselben in der die Ent-
mechanischer Arbeit bedingenden Reihen-
h geht. Ein Kugelregulator ist behufs
Ganges, ein schweres Schwungrad aber
sichtlich der Erzielung einer gleichförmigen
ndern wesentlich auch deshalb vorhanden,
nur einseitig arbeitenden Kolben dieser

einfach wirkenden Maschine vermöge seiner lebendigen Kraft zurücktreiben muß.

Ericsson selbst hatte das Bestreben, dem Dampfe im allgemeinen mit der heißen Luft Concurrenz zu machen, offenbar aufgegeben und diese neue Form nur in der Absicht construirt, den Bedarf an geringen motorischen Kräften an solchen Orten zu befriedigen, wo die Dampfmaschine das Feld anläßlich ihrer Gefährlichkeit räumen muß, und wo vorzugsweise nur die Menschenkraft in Concurrenz tritt. Trotzdem erwies sich diese Construction auch auf diesem engern Gebiete der Anwendung als nicht lebensfähig. Die Ausnutzung der Wärme war doch nicht günstig, der Kohlenverbrauch doch nicht gering genug, und namentlich zeigte sich eine unvorhergesehene, bald zur Reparaturbedürftigkeit führende und die empfindlichen Nachtheile der Betriebsunterbrechung mit sich bringende Zerstörbarkeit der Maschine. Der in das Innere des Cylinders hineinragende topfartige, metallene Feuerraum verbrannte nach kurzem Gebrauche und übte vermöge der von ihm ausgehenden strahlenden Wärme auch auf den Cylinder und den Kolben eine äußerst zerstörende Wirkung aus.

Durch Beseitigung dieser letztern Uebelstände hat es Lehmann in der neuesten Zeit verstanden, die Maschine praktischer zu machen. Die diesbezügliche Construction ist in Fig. 12 abgebildet. Sie besteht im wesentlichen aus den Mechanismen des soeben beschriebenen Ericsson'schen Motors. Jedoch ist ein breiterer, den Arbeitstheil des Cylinders wirksamer vor Erhitzung schützender Kolben und demnach auch ein längerer Cylinder und namentlich ein voluminöserer und außerdem weniger zerstörbarer gemauerter Ofen angewendet worden. Ericsson war in seinem Bestreben, die Maschine compendiös zu machen, offenbar zu weit gegangen. Er hatte durch Anordnung eines zu kleinen Ofens den Ausnutzungsgrad der Verbrennungswärme über das richtige Maß verringert und durch Anordnung eines zu kurzen Cylinders den Einflüssen der Zerstörung nicht genügend entgegengewirkt.

Aehnlich wie die Erfindungsthätigkeit rücksichtlich der Dampfmaschine durch den wissenschaftlichen Umschwung angefacht wurde, welcher, wie hier umständlicher erörtert ward, anläßlich der Entdeckung der Ursachen des Luftdrucks und der hieran sich anreihenden Erkenntnisse entstand, so belebten sich auch die Erfindungsbestrebungen hinsichtlich der calorischen und anderer thermodynamischer Motoren an der Errungenschaft der mechanischen Wärmelehre. Namentlich der Nachweis dieser neuen Lehre, daß die Dampfmaschine im Verhältniß zu der in der Kohle verborgenen und vermöge des Verbrennungsprocesses erregbaren Wärmequantität nur zwei bis fünf Procent und im günstigsten Falle höchstens deren acht ausnutzen lasse, war auch wol geeignet, auf das Gebiet des Erfindens einer den Dampf verdrängenden motorischen Substanz eine ermuthigende Aussicht zu eröffnen. Jedoch wurde hierbei übersehen, daß die bei der Dampfmaschine auftretenden bedeutenden Verluste gerade so wie bei andern zu erfindenden thermodynamischen Motoren, in Umständen begründet sind, welche in eminentem Grade von den Preisverhältnissen der Herstellung und des Brennmaterials, von der Gefährlichkeit, von der Zerstörbarkeit und vielen andern wirthschaftlichen und sicherheitspolizeilichen, im allgemeinen sogenannten praktischen Bedingungen abhängen. Die Dampfkraft bedeutend vollkommener als bisher auszunutzen, würde, theoretisch genommen, durch Steigerung des Dampfdrucks möglich sein, wegen Gefährlichkeit und Zerstörbarkeit ist dieses Mittel aber unanwendbar, ebenso wie bei den nur 300 Grad Lufterhitzung vertragen können calorischen Motoren.

Der Reibungswiderstand zeichnet ebenfalls bestimmte Grenzen vor und läßt die Expansion nicht völlig ausnutzen bei der Dampfmaschine, wie bei andern Motoren. Indem man aber vielfach das einfache, alle diese Umstände und Verhältnisse ignorirende, berechnete, theoretische Resultat der calorischen Maschine dem unter Einschluß derselben beobachteten praktischen Ergebnisse der Dampfmaschine gegenüberstellte, gelangte man zu einer irrigen, unberechtigte Erfolgsverheißungen betreffs der calorischen Maschine in sich schließenden Beurtheilung, während genauere Untersuchungen und richtigere Vergleiche lehrten, daß wir in unsern Dampfmaschinen die Wärme principiell so günstig verwerthen, wie es den Umständen nach nur möglich ist, und daß es sich nicht etwa um eine völlige Umgestaltung der Wirkungsweise derselben, sondern nur um eine Steigerung des Wirkungsgrades durch Vervollkommnung der einzelnen Bestandtheile handeln kann. Und ebenso wurde mehr und mehr erkannt, daß der Dampf die unschätzbare Eigenschaft besitzt, vermöge seiner Feuchtigkeit eine Schmierung der reibenden Flächen und sogar ein Abdichten gegen Substanzverluste bei weitem vollkommener als die trockene Luft zu bewirken, weshalb z. B. auch die mit getrocknetem und überhitztem Dampfe betriebenen Maschinen die Erfolge vermissen ließen, welche auf Grund des motorischen Vorrangs dieser Dampfart über den gesättigten Dampf mit Recht erwartet werden konnten.

3. Feuerluftmaschinen.

Einer empirischen Auffassung der Sache lag es nahestatt der durch Verbrennungsproducte äußerlich erwärmten Luft, die Verbrennungsproducte selbst, die Feuerluft, als motorische Substanz zu verwenden. Von den im Laufe der letzten Decennien entstandenen Maschinen dieser Art sind die Windhausen'sche, die Belou'sche, die Wenham'sche und die Roper'sche am bekanntesten geworden. Von letzterer, welche ihrerzeit (1863) in Amerika viel Aufsehen erregte, ist Taf. 31, Fig. 6 eine Abbildung gegeben. Auf dem cylindrischen, den Feuerraum enthaltenden Kessel ist der Arbeitscylinder und auf diesem wieder (in einigen Ausführungsformen auch neben demselben) der Pumpen- oder Compressionscylinder angebracht. Die Luft wird in den, übrigens nach erfolgter Entzündung hermetisch abgeschlossenen, Feuerraum durch das hinten sichtbare, nach abwärts gebogene Rohr gepreßt, und, gemischt mit den Verbrennungsproducten, in den Arbeitscylinder getrieben, wo sie den Kolben durch Expansion aufwärts drückt.

Die Erwägungen, daß über 300 Grad heiße Luft oder heißes Gas die Cylinder und Kolben zerstört, daß in den Feuerräumen bei guter Verbrennung eine Temperatur von 1000 bis 1500 Grad entwickelt wird und daß daher, um diese letztere Temperatur auf die erstgenannte mittels Mischung herabzustimmen, ein sehr bedeutender, die Verbrennung beeinträchtigender Ueberschuß an Luft um so mehr eingepumpt werden muß, als letztere durch Compression schon bedeutend erhitzt wird, hätte von dem Erfindungsbestreben zurückschrecken sollen. Nichtsdestoweniger hat man durch Anbringung von Abkühlungsmitteln, wodurch auszunutzende Wärme entzogen wurde, und von Schutzmitteln und Mitteln gegen Zerstörung, wodurch die Construction complicirt und theuer wurde, einen zufriedenstellenden Wirkungsgrad zu erreichen versucht, jedoch vergeblich. Und obenein hat man nicht genügend gewürdigt, daß die entstehenden Schlacken und die mitgerissenen Aschentheile die Ursache zu ungewöhnlichen Misständen werden würden. Man hat zur möglichsten Vermeidung dieser Uebelstände die Steinkohle von der Verwendung ausgeschlossen und den reinern, wenn auch theuern Coak benutzt; allein man hätte noch weiter gehen und die Kohle nicht nur im vercoakten, sondern in von Schlacken- und aschenreinern, gasförmigen Zustande anwenden müssen, und alsdann wäre man so ziemlich bei der Gasfeuermaschine angelangt, mit dem allerdings Unterschiede, daß in letzterer gereinigtes, nämlich gänzlich lose Verbrennungsproducte lieferndes Leuchtgas, an jenen aber ungereinigtes Heizgas wirksam wird.

Die Rangstellung der Leuchtgasmaschine, in welcher in der That das Leuchtgas, zugleich als Brennmaterial und als Bestandtheil der motorischen Substanz, eine, in welcher die Feuerluft des Leuchtgases als motorische Substanz wirkt, ist bereits gekennzeichnet worden. Eine ähnliche Stellung würde die Heizgasmaschine einnehmen, vielleicht sogar eine wirthschaftlich günstigere, insofern nämlich, als die Kosten für die Reinigung des Leuchtgases im Wegfall blieben. Die eigentlichen Bestandtheile der Leuchtgasmaschine würden aber bei einem Heizgasmotor erst dann zum Vorschein kommen, wenn das Vorhandensein einer städtischen Röhrenleitung angelegt etwa zum Zwecke der Beheizung, die motorische Substanz des Heizgases zu jeder willkürlichen Zeit ohne weitere Vorbereitung fertig beziehen läßt. Und die Concurrenz im großen Ganzen mit der Dampfmaschine würde auch diesfalls nicht bestehen können.

Auch Napoleon III., sei hier nebenbei bemerkt, hat sich mit Feuerluftmaschinen befaßt: in Saint-Cloud fand den die kurz vor der Zerstörung des Schlosses im gedrungenen Sieger auf seinem Arbeitstische vor, ausgearbeiteten strategischen Plänen die Broschüre des S. du Fay über dessen durch ein Gemisch von Feuerluft und Dampf zu betreibender Maschine aufgeführt gen vor.

4. Aetherdampfmaschinen.

Bei dem Suchen nach andern motorischen Substanzen, als der des Wasserdampfes, hat man die Möglichkeit der Substanz im Auge gehabt, solange an die Verwendung derselben in einer Maschine gedacht wurde, aus welcher sie nach dem Gebrauche ausströmen muß. Wasser, Luft, Feuerluft, selbst Leuchtgas genügen der diesbezüglichen Anforderung, viele andern, wegen ihrer physikalischen Eigenschaften sonst qualifizirten Substanzen dagegen nicht. Da man aber sogenannte geschlossene Dampfmaschinen und geschlossene calorische Maschinen anwendete, d. h. Maschinen, in welchen ein und dasselbe Quantum der motorischen Substanz wiederholt zur Wirkung gebracht wird, natürlich bei den Dampfmaschinen mittels der Oberflächencondensatoren oder auch der Regeneratoren und bei den calorischen Motoren mittels Kühlvorrichtungen, so konnte man durch Anwendung ähnlicher Construction jene Anforderung der Billigkeit eliminiren. Denn wenn die Substanz wiederholt verwendet, so kommt der relativ geringe einmalige Anschaffungspreis derselben in Frage.

In dieser Beziehung sind Schwefelkohlenstoff, Aether und Ammoniakgas-Motoren erfunden worden. Der Aether z. B. hat die Eigenschaft, schon bei 35° zu verdampfen und bei 100° eine Spannung von nahe 7 Atmosphären anzunehmen, während der gesättigte Wasserdampf bei dieser Temperatur nur 1 Atmosphäre hat. Man kann daher mittels des aus Dampfmaschine abziehenden verbrauchten Wasserdampfes Aetherdämpfe von ziemlich hoher Spannung entwickeln und dieselben in einer neben der Dampfmaschine aufgestellten und dieser ähnlich construirten Maschine

verwenden, also diese Nebenmaschine ohne besondern Aufwand von Wärme oder Brennmaterial betreiben. Nach diesem Principe haben du Trembley, Delaporte, Tellier, A. von Waeyenberch und Andere Maschinen construirt. Die Anwendung eines Oberflächencondensators, d. h. eines aus vielen Röhren bestehenden Apparates, in welchem mittels an der Außenseite der Röhren circulirenden Wassers der auf der Innenseite derselben vorüberströmende, verbrauchte Aetherdampf condensirt wird, hat die abermalige und wiederholte Benutzung ein und derselben Aethermasse ermöglicht; allein wegen der enormen Verflüchtigungsfähigkeit des Aethers sind bis jetzt Undichtheiten unvermeidlich gewesen, die hierdurch entstandenen Substanzverluste haben die Anwendung zu kostspielig und wegen der leichten Entzündlichkeit dieses Stoffs auch zu gefährlich gemacht. Aehnliches dem über den Aether Gesagten gilt auch betreffs der sonst noch verwendeten Dämpfe. Nur die Schwefelkohlenstoff-Dampfmaschine von Ellis verspricht neuerdings eine günstigere Ausnahme hiervon zu machen, indem sie mit ganz besonders sorgfältig und eigenthümlich construirten Stopfbüchsen und sonstigen, auf das Dichthalten Einfluß nehmenden Vorrichtungen versehen ist. Solche Maschinen werden in Amerika zum Betriebe von Fabriken verwendet, welche selbst keinen Dampfkessel haben, sondern zum Verdampfen des Schwefelkohlenstoffs aus benachbarten Fabriken borgweise deren Abdampf beziehen.

Regulatoren.

Bei den motorischen Maschinen wird die durch veränderte Belastung (Nutzwiderstand) veränderte Geschwindigkeit auf ein Normalmaß meistentheils mittels Veränderung im Zulassen der motorischen Substanz zurückgeführt. Entweder wird zu diesem Behufe eine im Zuflußrohre oder Zuflußkanale angebrachte Drosselklappe beziehentlich ein Ventil, ein Schütze u. s. w. geschlossen oder geöffnet, oder es wird der Expansionsmechanismus verstellt. Dieses Verstellen oder jenes Oeffnen und Schließen muß die Hand des Maschinenführers für den Fall bewirken, daß die Geschwindigkeit nach Maßgabe eines intelligenten Willens verändert werden soll, oder daß den auf die Veränderung derselben Einfluß nehmenden Umständen schon vor deren ungeregeltem Eintritt entgegengewirkt werden muß (Locomotive, Fördermaschine, Dampfwinde, Walzwerkmaschine). Für den Fall jedoch, daß die Geschwindigkeit der Maschine unter allen Umständen nach Maßgabe einer bestimmten Gesetzmäßigkeit sich verändern oder fortwährend und ohne Rücksicht auf den jeweilig zu überwindenden Widerstand unverändert bleiben soll, werden Apparate angewendet, mittels deren die Einstellung der genannten Drosselklappe oder sonstiger Vorrichtungen von der Maschine selbst bewirkt wird. Dieselben heißen Gouvernatoren oder Regulatoren.

Die üblichsten dieser Apparate sind die konischen Pendel, Centrifugal- oder Schwungkugelregulatoren.

Wie schon bei früherer Gelegenheit erwähnt, war Watt, welcher diesen Apparat in die Construction der Dampfmaschine einfügte. Aus der besondern, von Watt gewählten und nach ihm benannten, unter anderm auf Taf. 29 in Fig. 1 dargestellten Form, ist ein ganzes Heer von andern Formen entstanden, von denen ein allerdings nur relativ geringer Theil an Hand auf den Tafeln 29 bis 31 dargestellten Maschinen abgebildet erscheint.

Indem die Kugeln des Watt'schen Regulators, welche auf einer mit der Maschine in Verbindung gebrachten rotirenden Welle befestigt wird, durch Vergrößerung der Geschwindigkeit vermöge der Centrifugalkraft ihrer Masse auseinandergetrieben werden, bringen sie die erwähnte Drosselklappe oder eine ähnliche Vorrichtung zum partiellen Abschluß mittels eines zwischen ihnen oder ihren Armen und jener Klappe angebrachten Hebel-, Räder- oder Stangenmechanismus.

Es ist bemerkenswerth, daß die Größe des Gewichts der angewendeten Schwungkugeln nur auf die Schnelligkeit, mit welcher bei stattfindender Geschwindigkeitsänderung die Drosselklappe verstellt wird, Einfluß nimmt, und somit die sogenannte Empfindlichkeit des Apparats bedingt, nicht aber, wie wol vermeint zu werden pflegt, die Stellung, die Lage oder den Ausschlagwinkel beeinflußt. Dieser letztere hängt vielmehr lediglich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher die Welle des Regulators umgedreht wird.

Eine Gruppe der erfundenen Constructionsformen hat, wie die Watt'sche, die Eigenschaft, für jede Geschwindigkeit eine bestimmte Lage, einen bestimmten Ausschlag anzunehmen, also für eine gewisse Geschwindigkeit auch immer wieder eine gewisse Lage aufzusuchen und in dieser Lage zu verharren. Man nennt daher diese Gruppe die statischen Regulatoren. Eine andere Gruppe ist dagegen derartig construirt, daß die Kugeln auch bei Wiedereintritt der normalen Geschwindigkeit diejenige Position innehalten, welche sie durch Veränderung der Geschwindigkeit erlangt haben, und daß sie daher bei einer- und derselben Geschwindigkeit beliebig verschiedene Lagen einnehmen können. Dieselben heißen aus letzterm Grunde astatische Regulatoren.

Die astatischen werden den statischen Apparaten vorgezogen, weil sie zufolge der soeben gegebenen Darlegung die Füglichkeit bieten, daß die Drosselklappe oder eine dieser ähnliche Vorrichtung in der Lage verbleibt, welche sie bei veränderter Belastung des Motors einnehmen muß.

Jedoch kann dieses Erforderniß auch mittels der statischen Regulatoren erreicht werden, sobald dieselben mit dem die Drosselklappe bewegenden Zwischenmechanismus in selbstthätig ausrückbare Verbindung gebracht werden.

Specifisch gleich und nur graduell verschieden, wie das Gewicht der Schwungkugeln, wirkt das Gewicht der Hülse des Regulators auf den Empfindlichkeitsgrad desselben ein und außerdem nimmt dieses letztere Gewicht auch Einfluß auf den Ausschlag.

Eine Beschreibung oder selbst nur Nennung der Bezeichnung der verschiedenen in Anwendung gekommenen und befindlichen Constructionsarten von Centrifugalregulatoren würde die Grenzen des hier gebotenen Raums überschreiten.

Auch die sonst noch angewendeten Regulatoren anderer Art können hier nicht besprochen werden. Nur einer dieser letztern ist beispielsweise Taf. 31, Fig. 3 und 4 dargestellt. Dieser vom Amerikaner Allen in der jüngsten Zeit erfundene und 1872 in Europa eingeführte Regulator besteht aus einer etwa zu drei Viertheilen ihres Inhalts mit Oel gefüllten Trommel von wellenförmiger Umfangsfläche und innerlich (Fig. 4) mit einspringenden Rippen versehen. Dieselbe ist lose auf einer Welle angebracht, welche mittels Riemenscheibe von der Maschine gedreht wird und hierdurch mit etwa 400 minutlichen Umdrehungen ein auf ihr befestigtes Schauselrad (Fig. 4) bewegt. Vermöge dieser Drehung wird auch, vermittels des Oels, die Trommel nach derselben Richtung in Bewegung gesetzt, andererseits hieran aber durch ein Gewicht (Fig. 3) verhindert, welches durch Kette und spiralförmig gebogenen Hebel mit der

Trommel in Verbindung steht. Ein ebenfalls am Zapfen der Trommel befestigtes Zahnrad greift in ein Zahnradsegment ein und schiebt letzteres und somit auch den mit dessen Arm verbundenen Stellmechanismus nach rechts oder nach links, je nachdem die Geschwindigkeit des Motors dem Schaufelrade eine raschere oder langsamere Umdrehung ertheilt. Hierdurch wird die Verstellung eines Drosselventils und somit die Regelung des Ganges bewirkt.

Locomotiven.

(Tafel 32 und 33.)

Die Locomotive kann als ein Fuhrwerk bezeichnet werden, auf und an welchem eine motorische Maschine und ein Mechanismus angebracht ist, welcher mit Hülfe jener Maschine die Fortbewegung der soeben bezeichneten Gesammtheit und gleichzeitig den Transport von angehängten andern Fuhrwerken oder sonstigen Lasten bewirken läßt.

Die Locomotive unterscheidet sich von den bereits besprochenen Locomobilen im wesentlichen durch den an ihr angebrachten Fortbewegungsmechanismus. Der Hauptbestandtheil dieses Bewegungsmechanismus besteht bei den modernen Constructionsformen fast nur aus Rädern, den Treibrädern, welche entweder einen glatten Umfang haben und diesfalls vermöge ihrer Reibung beziehentlich ihrer, die Ursache der letztern bildenden Adhäsion an der berührten Bodenfläche wirken, oder einen rauhen, beziehentlich verzahnten Umfang besitzen und diesfalls vermöge Eingreifens in den relativ weichen Untergrund oder in eine an letzterm befestigte Zahnstange den zur Fortbewegung erforderlichen Widerstand finden.

Das angewendete Fuhrwerk ist meistentheils ein Wagen, mitunter auch ein Schlitten (Taf. 33, Fig. 6) und die motorische Maschine ist bei den derzeitigen Locomotiven durchweg eine Dampfmaschine.

Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, der Straße oder Bahn werden die Locomotiven verschiedenartig construirt und als Eisenbahn-, Straßen-, Feld- und Eislocomotiven unterschieden.

Die Straßen und Feldlocomotiven werden auch wol Zugmaschinen genannt, und falls die Vorrichtung des Ziehens und Transportirens angehängter Lasten in Wegfall kommt und nur ein Transport aufgelegter Lasten, beziehentlich aufgesessener Personen stattfindet, so wird die früher wol allgemein für die Locomotive angewendete Bezeichnung: Dampfwagen, Dampfomnibus, Dampfschlitten u. s. w. gebraucht.

1. Eisenbahnlocomotiven.

a. Geschichtliches.

Die schon lange in den Köpfen von Erfindern lebendig gewesene Idee der Construction einer Locomotive hat wol in frühern Zeiten in dem Spuk einer Gespenstergeschichte in Gestalt eines ohne Kutscher und Pferde sich bewegenden Wagens ihren Tummelplatz, aber bis auf die jüngsten Tage keine praktische Verwirklichung gefunden, ja man darf sogar behaupten, daß selbst heute eine lebensfähige, die Zugkraft der Pferde oder allgemeiner der physiologischen Motoren durchweg ersetzende Locomotive noch nicht erfunden wurde.

Nur auf dem engern Gebiete der Eisenstraßen oder Eisenbahnen sehen wir die diesbezüglich rege gewordene Erfindungsthätigkeit von Erfolg, hier aber auch von überraschendem und staunenswerthem Erfolge gekrönt.

Die eigentliche Geschichte der Erfindung der Locomotiven hebt daher erst von dem Zeitpunkte an, wo Eisenbahnen angewendet wurden. Dieselben gingen aus den zuerst, nämlich im 16. Jahrhundert, in Deutschland beim Bergbau benutzten Holzbahnen hervor, indem die diese Bahnen bildenden Eisernen Schienen oder Langhölzer zunächst mit schmiedeeisernen Flachschienen benagelt, später, nämlich etwa 1700, in England durch gußeiserne Schienen ersetzt und diese wieder (1820) durch schmiedeeiserne, stählerne oder verstählte schmiedeeiserne Hochschienen verdrängt wurden.

In gleicher Weise, wie an die Entstehung der Eisenbahnen knüpft sich die Erfindung der Locomotive auch an die Erfindung der Hochdruck-Dampfmaschine, d. h. derjenigen Dampfmaschine, welche, mit höher angespannten Dämpfen arbeitend, des Condensators entbehren und relativ geringe Dimensionen erhalten kann, mithin aus beiden Gründen zur Anbringung an einem Wagen ohne erhebliche Beeinträchtigung des Raumes besonders geeignet ist. Es erscheint aus diesem Grunde erklärlich, daß der Erfinder der Hochdruckmaschine, nämlich der schon bei der Geschichte der Dampfmaschine als Erfindung genannte Amerikaner Oliver Evans, auch zum Erfinder der Locomotive wurde. Dessen erste Locomotive, mit dem Namen „Oructer Amphibolos" wurde 1801 ausgeführt und fuhr 1803 durch die Straßen von Philadelphia.

Für die Entwickelung und Vervollkommnung dieser Erfindung, welche außerdem zu der Gattung der Straßenlocomotiven im engern Sinne des Wortes zu zählen ist, bot aber Amerika keinen Boden. Dieselbe vollzog sich vielmehr in England, wo, unabhängig von Evans, im Jahre 1802 Trevithick und Vivian eine Anwendung der Hochdruckmaschine für Wagen ein Patent nahmen und 1804 eine Eisenbahnlocomotive in Gang setzten. An diese erste englische, noch höchst primitive Constructionsart schlossen sich in rascher Aufeinanderfolge von mehrern andern Erfindern auch andere, nicht minder unvollkommene Bauarten, welche zumeist nur zum verhältnißmäßig langsamen Transporte von Roheisen, Kohlen und sonstigen Lasten bestimmt waren, und welche zum Theil als Bewegungsmechanismus ein in eine verzahnte Mittelschiene eingreifendes Zahnrad oder statt des Rades einen gegen den Boden sich anstemmenden, stakenartigen Apparat hatten, oder mit complicirten, verticalen Balancier-Dampfmaschinen versehen waren. Im Jahre 1815—20 trat jedoch Georg Stephenson mit einer Construction hervor, welche sein Sohn, Robert Stephenson, übrigens unter Benutzung von Verbesserungen mehrerer anderer Erfinder, von 1828 an zum Muster für die noch heute gebauten Locomotiven ausbildete und durch unter den Mitarbeitern an dieser Erfindung die die Rangstellung sich erwarb, welche Watt unter den Erfindern der Dampfmaschine einnimmt.

Die Erkenntniß, daß die Reibung oder Adhäsion eines glatten Rades auf der glatten Schiene zur Fortbewegung völlig genüge, sofern die Bahn nur hinlänglich horizontal gebaut werde, und daß nur bei Erfüllung dieser Bedingungen ein zufriedenstellender Erfolg zu erreichen sei, ferner die horizontale Anordnung der Dampfmaschine und die Anwendung der, eine Ausdehnung debutere und viel Dampf produciren lassende Heizfläche in dem gebotenen, beschränkten Raume in sich schließen lassenden Vielrohrkessel sind die hauptsächlichsten Grundlagen für die Vervollkommnung der Locomotive geworden, ebenso wie die Einführung der eine Umsteuerung und mannichfaltige Veränderungen des Expansionsgrades bewirken lassenden sogenannten Stephenson'schen Coulisse, von welcher Taf. 32, Fig. 7 eine verbesserte, nämlich die Allen'sche, Form vorgelegt. Auch die Anfachung des Feuers mittelst Exhaustors oder Blaserohrs (s. Strahlpumpe

anstatt mittels des ursprünglich verwendeten Blasebalgs oder diesem ähnlicher Vorrichtungen ist von hervorragender Bedeutung gewesen.

b. Allgemeine Einrichtung.

Nach Robert Stephenson und dessen Mitarbeitern ist die Bauart der Locomotiven wesentlich zu der auf Taf. 32, Fig. 13 im Längsschnitt und in Fig. 6 in Ansicht (jedoch verkleinert) dargestellten geworden.

Der Wagen besteht aus zwei parallel zur Bahnrichtung angeordneten, vorn durch den Bufferbalken p und an mehrern andern Stellen mittels Quer- und Diagonalstücken verbundenen und versteiften Rahmen. Dieselben umschließen (Fig. 3, 8) und stützen sich auf Achsbüchsen, in welchen die Zapfen der Treib- und Laufräder l gelagert sind, die, abweichend von den gewöhnlichen Wagenrädern, mit ihren Achsen fest verbunden sind und daher letztere an ihrer Drehung theilnehmen lassen. Auch bilden die Umfänge der Räder nicht, wie bei den gewöhnlichen Wagen, schwachgewölbte Cylinder, sondern sind nach außen konisch verjüngt und haben innen einen Rand, einen Flantsch (Fig. 3, 9).

Der Rahmenbau ruht jedoch nicht unmittelbar auf den Achsbüchsen, sondern hängt an den Enden von Federn, welche ihrerseits mittels einer in ihrer Mitte angebrachten Stange auf die Achsbüchsen sich stützen. Die Achsbüchsen sind in verticaler Richtung beweglich, behalten aber in horizontaler Richtung ihre Lage bei, verschieben sich daher bei der Stellung der Locomotive auf horizontaler Bahn in genau verticalen Leisten, sodaß wol behufs Abwehrung der von den Unebenheiten der Bahn verursachten Stöße ein Auf- und Niederschwanken des Baues, aber nicht eine horizontale Verschiebung desselben auf den Achsen möglich ist. An den Rahmen ist die Dampfmaschine befestigt. Dieselbe ist eine Zwillingsmaschine, d. h. besteht aus zwei Maschinen, welche auf die mit rechtwinklig verstellten Kurbeln versehene Treibachse einwirken. Eine solche Zwillingsmaschine erweist sich als nöthig wegen des Erfordernisses, daß die Locomotive bei jeder Stellung der Kolben, also auch bei derjenigen des todten Punktes eines derselben in Bewegung gesetzt werden muß. Die beiden Cylinder dieser Zwillingsmaschine sind entweder äußerlich oder innerlich an den Rahmen befestigt und lassen ihre Kolben mittels Kolbenstangen und Lenkstangen (Lenker, Kurbel-, Treib-, Schub-, Pleuel-, Bleuel-, Pleyelstangen) auf die entweder äußerlich an den Treibrädern, oder innerlich an den Treibachsen vermöge deren Abkröpfung angebrachten Kurbeln k einwirken (Fig. 13). Die Cylinder sind genau oder nahezu horizontal angeordnet, weil andernfalls die Drücke der Kolben- und Lenkstangen anstatt lediglich eine Drehung der Kurbeln auch in unerwünscht erhöhterm Grade eine Zusammenpressung und Ausdehnung der Tragfedern m bewirken würden.

Auf der Treibachse sind für jede der beiden Maschinen zwei excentrische Scheiben (Fig. 17) befestigt, die eine für den Vorwärts-, die andere für den Rückwärtsgang der Locomotive. Mittels der Excentricringe und Excentricstangen wirken dieselben, wie ein Kurbelmechanismus, auf die Coulisse ein, deren mittels Hebelwerk n vorzunehmende Auf- und Niederschiebung den Gang des Steuerschiebers gemäß eines größern oder geringern Expansionsgrades oder des erwähnten Vor- und Rückgangs regeln läßt. Die Grundrißfigur 16 zeigt im Durchschnitt zwei innerlich angebrachte Cylinder F mit Kolben j, Dampfkammer G, Dampfkanälen, Muschelschiebern, Schieberstangen a und Führungslinealen oder Geradführungen l.

Auf dem Wagen, also zwischen den Rahmen ist der Dampfkessel angebracht (Fig. 13). Er ist derartig daran befestigt, daß eine infolge seines Heißwerdens entstehende Ausdehnung, also eine Verschiebung auf dem Rahmenbau möglich wird. Derselbe besteht aus der Feuerkiste a, den Rauchröhren b, welche (oft über 200 an der Zahl) zwischen der letztern und der Rauchkiste c angebracht sind, dem die Feuerkiste umschließenden Wasserkasten q und dem die Rauchröhrenumschließenden Cylinderkessel f; ferner aus dem Dome o und der Esse d. Das Wasser befindet sich in dem Zwischenraume, welcher von den mittels sehr vieler Stehbolzen und Anker aneinander befestigten und versteiften Feuer- und Wasserkasten gebildet wird, und zwischen den Rauchröhren. Der Raum über dem die obersten Rauchröhren um einige Centimeter überflutenden Wasser und der Dom sind zur Aufnahme des entwickelten Dampfes bestimmt. Das Dampfrohr g, welches mittels des Regulators (eines Schiebers) und der Regulatorstange f vom Führerstande aus geöffnet und geschlossen werden kann, führt den Dampf in die Dampfkammern und Cylinder, das Rohr h läßt den verbrauchten Dampf aus den Cylindern ab- und durch den Exhaustor in die Esse strömen (s. Strahlpumpen). Vermöge dieses Vorgangs wird vermittelt, daß der äußere Atmosphärendruck in den Aschenfall und durch den Rost u die frische Luft, sowie durch die Rauchröhren b die Verbrennungsgase pressen kann. Zu erwähnen ist noch das mit einer Spiralfeder t belastete Sicherheitsventil und das Speiserohr w, welches von dem hinten an die Locomotive gehängten (Fig. 9) als Proviant- oder Munitionswagen dienenden, nämlich ein Wasserreservoir und einen Raum für Kohle oder Coak enthaltenden Tender das Speisewasser herzuleitet und welches an der bezeichneten Stelle w mittels einer Vorrichtung zusammengeschraubt ist, welche die zwischen Locomotive und Tender stattzuhabende Gelenkigkeit nicht hindert.

Auch kann noch der dicht über den Schienen angebrachten und häufig mit Drahtbesen versehenen Räumer o als übrigens sehr nebenher gedacht werden. Der dicht vor der Einheizthüre angeordnete Führerstand wird neuerdings meistens mit einem schützenden Häuschen umgeben oder doch überdacht.

c. Das Gewicht und die Adhäsionskraft. Kuppelung.

Da die Adhäsion der Umfänge der Treibräder an den Schienen die Ursache für die Fortbewegung bildet, so ist es behufs Ausübung großer Zugkräfte erforderlich, diese Adhäsion möglichst groß zu machen. Dies wird durch entsprechende Belastung der Treibräder bewirkt, und diese Belastung ist ein Theil des Eigengewichts der Locomotive. Mittels geeigneter Anspannung der den Bau tragenden und auf die Achsbüchsen der Räder sich stützenden Federn kann man es dahin bringen, daß fast jeder beliebige Bruchtheil des Gesammtgewichts als Belastung auf die Treibachse übertragen wird, und daß die Laufachsen, d. h. die nicht mittels des Motors bewegten, sondern nur den Wagen unterstützenden Achsen, nur einen geringen Theil des Gewichts auf sich zu nehmen haben.

Würde die an den großen Rädern kenntliche Treibachse in Fig. 3 und 9 mit dem ganzen Gewichte belastet und würden demnach die vorn und hinten angebrachten Laufachsen gar keine Belastung erhalten, so würde das ganze Gewicht der Locomotive zum Betriebe derselben ausgenutzt, und der durch Belastung der Laufräder entstehende schädliche Reibungswiderstand möglichst beseitigt werden.

Allein diesfalls würde die Locomotive im labilen Gleichgewichte auf der Treibachse schweben, sich horizontal auf den Schienen drehen und somit leicht entgleisen können. Aus diesem Grunde und aus den fernern, daß eine zu intensive Belastung den Unterbau der Eisenbahn gefährdet, sowie Radreifen und Schienen zerstört, sieht man von der bezeichneten günstigsten Vertheilung des Gewichts ab und wendet die Bauart der genannten Fig. 3 und 9, welche übrigens bezüglich der Radstellung ziemlich identisch mit den ersten Constructionen von Robert Stephenson ist, für weniger Zugkraft ausübende Schnellzug-Locomotiven an.

Man umgeht aber die bezeichneten Uebelstände durch das Auskunftsmittel der Anbringung mehrerer Treibachsen, sodaß die Laufräder völlig oder zum Theil entbehrlich, beziehentlich in Treibräder umgewandelt werden. Zu diesem Zwecke wird aber meistens nicht eine die accessorischen Treibachsen bewegende besondere Dampfmaschine angebracht, sondern einfach eine mittels Kuppelstangen bewirkte Verbindung derselben mit der Haupttreibachse vorgenommen, sodaß die eine Zwillings-Dampfmaschine sämmtliche Treibachsen in Umdrehung versetzt. In Fig. 1, 2, 5, 10, 11 und 14 sind auf diese Weise zwei Treibachsen, in Fig. 4, 6, 8 und 15 deren drei und in Fig. 12 deren vier aneinandergekuppelt.

Die Frage entsteht, weshalb nicht stets nur gekuppelte Treibachsen und gar keine „todte Last" bewegende Laufachsen angewendet werden?

Hauptsächlich stehen einer derartigen Anordnung die Krümmungen, die Curven der Bahn entgegen. Eine in eine scharfe Krümmung gestellte Locomotive, von oben betrachtet, wird erkennen lassen, daß die starre Vereinigung mehrerer Treibachsen den voneinander entferntesten Rädern zwischen den Schienen keinen Platz läßt, weshalb bei gewaltsamer Durchführung dieser Construction ein Auseinanderdrängen der Schienen und ein Entgleisen die verhängnißvolle Folge sein würde.

Um die Treibachsen aus diesem Grunde möglichst dicht aneinanderrücken zu können, muß man kleine Räder anwenden, was für Schnellzug-Locomotiven nicht geeignet ist. Daher die Beibehaltung der Radstellung in Fig. 3 und 9 für Locomotiven dieses Zwecks, mit ungewöhnlich großen Treibrädern, welche zuerst Crampton anwendete. Daher aber auch die Anwendung der gekuppelten Treibachsen für langsamer laufende aber kräftiger ziehende Güterzug-Locomotiven.

Die Gebirgsbahnen nöthigen zur Anwendung besonders kräftiger Locomotiven und weisen doch auch naturgemäß besonders scharfe Krümmungen auf; ferner lassen sie die Benutzung des ganzen Gewichts zur Betriebskraft in hervorragendem Grade als wünschenswerth deshalb erscheinen, weil die todte Last über die Höhe des Gebirgs transportirt werden muß. Man ist daher ganz besonders für diese Bahnen Locomotiven mit gekuppelten Rädern anzuwenden und die hiergegen durch die Krümmungen verursachten Schwierigkeiten zu besiegen bemüht gewesen. Auch bewog hierzu noch der fernere Grund, daß bei der Thalfahrt die Locomotive den durch sein Gewicht in zu heftige Geschwindigkeit gerathenden Zug aufhalten muß, und daß die zu diesem Zwecke angewendete Gegendampfwirkung um so kräftiger ausfällt, je mehr gekuppelte Achsen vorhanden sind.

d. Drehgestelle, Tendermaschinen, Engerth's, Meyer's und Fairlie's System.

Zunächst sucht man den Einfluß der Krümmungen durch Anbringung von Drehgestellen zu paralysiren. Solche Drehgestelle oder Wendeschemel sind kleine zwei- oder vierräderige Wagen, auf welchen der Vordertheil oder auch der Hintertheil des Kessels ruht, jedoch derartig, daß eine Beweglichkeit möglich ist, infolge deren eine Drehung des Gestells oder Wagens und eine Einstellung desselben in die Curven stattfinden kann. Zu diesem Zwecke steht das Gestelle nur mittels eines Zapfens oder Bolzens mit der Locomotive in fester Verbindung und dieser Bolzen ist, wie in Fig. 1 (Nowotny's System), 2 und 4 (Norris' System), in der Mitte des Gestells oder auch außerhalb desselben mehr nach hinten, angebracht. Letzterenfalls dient der Bolzen nicht gleichzeitig als Stütz- und Drehpunkt, sondern nur als Drehpunkt, und die Stützung erfolgt durch eine auf dem Wagen oder Schemel angebrachte Kreisschiene. Ist das Gestell letzternfalls einachsig, so heißt es Bissellgestell, ist es zweiachsig, so wird es nach seinem Erfinder das Baessen'sche genannt.

Um die todte Last völliger auszunutzen und zwar auch diejenige des Tenders, welcher (Taf. 32, Fig. 5, 9) ebenso unnütz, wie ein unbezahlter schwerer Packwagen mittransportirt, mitgeschleppt werden muß und daher Schlepptender heißt, so hat man nicht nur sämmtliche Achsen der Locomotive, sondern auch diejenigen des Tenders aneinandergekuppelt, also sämmtliche Laufachsen zu Treibachsen gemacht. Ein Beispiel dieser Art ist die Semmering-Locomotive von Engerth, welche der äußern Form nach der Fig. 12 ähnelt.

Dieselbe hat drei gekuppelte Locomotiv- und zwei gekuppelte Tenderachsen. Die eine der beiden letzteren ist aber vermöge einer eigenthümlichen Bauart des Tenders, auf welchen der Hintertheil des Kessels ruht und mit welchem derselbe verbolzt ist, dennoch nahe an die hinterste Locomotivachse gerückt, das mittels eines auf ihr befestigten Zahnrades, eines unter auf einer Zwischenwelle sitzenden und eines neben auf jener Locomotivachse befestigten Zahnrades der Maschinenkraft in sich aufnimmt und durch Kuppelstangen auch den übrigen Tenderachsen mittheilt.

Auch hat man statt dieses Zahnrädermechanismus eine Zwischenwelle mit Kurbelmechanismus angewendet.

Behufs Umgehung dieser schwierigen und der Benutzung und Zerstörung unterworfenen Verbindung hat man ferner den Tender völlig mit der Locomotive vereinigt, d. h. das den Tender ausmachende Sammelreservoir und den Kohlenraum auf der Locomotive selbst angebracht und somit die sogenannten Tender-Locomotiven construirt. Taf. 32, Fig. 4 zeigt ein Beispiel dieser Art und läßt erkennen, daß die Wasserkästen über den Rahmen sich befinden. Dieselben werden aber auch in den Rahmen selbst angebracht oder sattelförmig auf dem Kessel angeordnet.

Sehr schwere Züge werden durch Vorspannung zweier Locomotiven bewegt. Werden hierzu Tendermaschinen mit lauter gekuppelten Achsen verwendet, so ist die auszuübende Zugkraft außerordentlich groß, aber auch kostspielig, namentlich deshalb, weil für die beiden Maschinen doppeltes Personal Dienst thun muß. Diesen Uebelstand zu vermeiden, hat Fairlie gewissermaßen zwei Tenderlocomotiven fest miteinander verbunden, sodaß sie namentlich hinsichtlich der Bedienungsmannschaft nur als eine einzige behandelt werden können. Die Fairlie'sche Construction macht äußerlich den Eindruck eines siamesischen Bruderpaars, welches an einen Rücken zusammengewachsen ist. In der Mitte bestehen die beiden Kessel dieser Duplexlocomotive aus einem einzigen Stück, die Feuerkisten oder Feuerbüchsen derselben sind in der Mitte, die Essen an den beiden äußersten Enden angebracht. Auch die Cylinder der Maschinen mit ihren vier Cylindern sind derartig angebracht, daß die Cylinder an den äußersten Enden

erscheinen. Allein jede dieser Maschinen, also der Motor, ist an einem mit drei gekuppelten Achsen versehenen Drehgestell befestigt, welches Motorgestell genannt wird, im Gegensatz zu dem nur Laufachsen enthaltenden Laufdrehgestell oder Laufgestell der Fig. 1 und 4. Die beiden Motorgestelle stellen sich unabhängig voneinander in die Curven ein, der lange steife Doppelkessel stützt sich auf dieselben, ohne deren Ausweichung zu hindern, und so ist eine gefahrlose Durchfahrung sehr starker Krümmungen möglich.

Eher als Fairlie hat Meyer eine Duplexlocomotive mit zwei Motorgestellen construirt, jedoch die vier Cylinder in der Mitte angeordnet und nicht den Kessel selbst, sondern besondere Gelenkstangen zur Verbindung der Motorgestelle angewendet. Ja eigentlich traten beide letztgenannten Tendermaschinen schon bei den Concurrenzlocomotiven der Semmeringsbahn 1851 auf, indem dort das jetzt sogenannte Fairlie'sche System durch die Locomotive „Seraing" von Lausmann und das Meyer'sche System durch die Locomotive „Wiener Neustadt" von Günther vertreten war.

Dem Meyer'schen und Fairlie'schen Systeme wird von vielen Seiten eine vielversprechende Zukunft prophezeit. Theoretisch genommen, rücksichtlich der Ausnutzung des vollen Gewichts als Treibmittel, würde diese Prophezeiung auch berechtigt sein. Aber auf der Semmering- und Brennerbahn z. B. werden Tendermaschinen überhaupt nicht für zweckmäßig gehalten, weil deren Adhäsionsgewicht in dem Maße, als der Wasser- und Kohlenvorrath verbraucht wird, sich verringert und daher bei weit auseinanderliegenden Wasser- und Kohlenstationen einer bedenklich großen Differenz unterworfen. Man hat daher auf der Semmeringbahn auch die Ankuppelung des Tenders aufgegeben und verwendet neuerdings Locomotiven ohne Drehschemel mit vier gekuppelten Maschinenachsen und einem Schleppfender (Fig. 12).

Ueberhaupt erscheint es nicht rathsam, die Zugkraft an der aus dem Gewichte resultirenden Adhäsion allein abhängig zu machen. Unter allen Umständen leiden Adreif und Schiene von der hieraus hervorgehenden Tangentialkraft in bedenklichstem Grade, und die Normalkraft nöthigt zur Anwendung bedeutend höherer und breiterer Schienen und eines erheblich solidern und kostspieligern Unterbaues überhaupt, sodaß der wohl angestellte Vergleich eines Kampfes zwischen Locomotivdicht und Bahnbau mit demjenigen zwischen Projectil und Panzerplatten als völlig zutreffend erscheint. Nicht schwerer als die Achse des schwersten Packwagens ist die Achse der Locomotive belastet sein; nur dieses bedarf die Bahn mit sämmtlichen Objecten nicht übertrieben solid gebaut zu werden, als es jetzt möglich wegen der schweren Locomotiven nöthig ist.

Ersatz des Adhäsionsgewichts. Fell's System.

Man hat daher wiederholt statt der Adhäsion den Magnetismus anzuwenden getrachtet; jedoch erfolglos. Die Anwendung eines Sandstreuers, wie derselbe Taf. 32, Fig. 14 als Cylinder dicht über dem Rahmen der dem Rauchkasten erkennbar ist, und welcher mit Bestreuens der Schiene mit Sand den Reibungscoefficienten, also die Adhäsionskraft, verstärken soll, erweist sich nicht viel über die Palliativmittel und dient höchstlich auch nur zur gelegentlichen Abstumpfung schädlicher, den Reibungswiderstand vermindernder Einwirkungen.

Ein anderes von den vielen diesbezüglich versuchten Kunstmitteln ist die Anwendung einer Mittelschiene zur Benutzung einer nach Fell'schem Systeme construirten Locomotive. Auf Taf. 33 zeigen Fig. 7 und 8 eine solche Locomotive mit Bahnstrecke.

Gegen die überhöhte Mittelschiene wirken von rechts und von links vier horizontale Räder, welche durch einen in der halb durchschnitten dargestellten Grundrißfigur 8 erkennbaren Federmechanismus angepreßt und von einer innen liegenden Zwillingsmaschine bewegt werden, sodaß die beiderseitige Druckkraft die Mittelschiene nicht niederdrückt oder verschiebt, sondern nur deren Substanz oder moleculare Structur zusammenzupressen trachtet. Außerdem sind noch zwei gekuppelte Treibachsen gewöhnlicher Art vorhanden, und die Maschine ist eine Tenderlocomotive mit seitlich vom Kessel über den Rahmen angebrachten Wasserkästen.

Dieses System, welches für eine über den Mont-Cenis vor vollendeter Durchtunnelung desselben gelegte Interimsbahn construirt war, hat jedoch viele praktische Mängel.

Bei der zur Ersteigung des Rigi und auch neuerdings des Kahlenbergs bei Wien angelegten Bahn ist man auf den historischen Ausgangspunkt wieder zurückgetreten und hat eine verzahnte Mittelschiene und mit entsprechenden Zahnrädern versehene Locomotiven angewendet; wegen der abnormen Steigungsverhältnisse wohlberechtigt.

f. Die Dampfmaschinen der Locomotiven. Störende Bewegungen und Ausbalancirung.

Die als Motoren der Locomotiven benutzten Dampfmaschinen haben sich im allgemeinen in ihren Constructionsformen und sogar in ihren Dimensionen seit Robert Stephenson nicht wesentlich verändert. Zwei völlig oder nahezu horizontale Cylinder werden entweder äußerlich, wie Taf. 32, Fig. 1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12 und 14, oder innerlich, wie in den Fig. 3, 6, 8, 13 und 15 angebracht. Der in jedem derselben hin- und herbewegte Kolben treibt mittels Kolben- und Lenkstange meistentheils direct die Kurbel- und Haupttreibachse, auf welcher in den meisten Fällen die auf eine (gewöhnlich Stephenson'sche) Coulisse einwirkenden Excenter angebracht sind. (In Fig. 1, 12 und 14 erscheinen letztere äußerlich angebracht).

Diese übliche Constructionsart der Dampfmaschinen ist, von einem gewissen Standpunkte aus betrachtet, keineswegs eine zweckmäßige.

Infolge der fortwährend hin- und hergeschleuderten Gewichte der Kolben, Kolbenstangen, Lenkstangen, Kuppelstangen u. s. w. verändert der Schwerpunkt der Locomotive fortwährend seine Lage und bewegt sich nicht, wie es für den ruhigen Gang erwünscht wäre, nur in der Richtung der Fahrbewegung fort.

Infolge der aus der Wirkungsweise des Kurbelmechanismus resultirenden veränderlichen Drücke gegen den Rahmenbau werden die den ganzen Bau tragenden Federn fortwährend verschieden stark angespannt, bald diejenigen der einen Seite mehr als diejenigen der andern, bald die vordern mehr als die hintern.

Aus diesen mechanischen Ursachen gehen eigenthümliche Zuckungen, Schwingungen und Schaukelungen hervor, welche man die störenden Bewegungen zu nennen pflegt.

Die hin- und hergehenden schweren Bestandtheile erzeugen für sich allein Bewegungen, als würde die Locomotive in der Bahn hin- und hergezogen (das Zucken) und als führe sie schwänzelnd in horizontalen Schlangenlinien (das Schlingern oder Schlängern). Die veränderlichen Drücke auf die Federn ertheilen der Locomotive Bewegungen als wogte sie auf und nieder (das Wogen), als wäre sie ein Schaukelstuhl (das Nicken oder auch Galopiren) und als wäre sie eine Kinderwiege (das Wanken oder Wiegen).

Die ersten beiden dieser Bewegungsarten können zwar durch Balancirungsgewichte, welche, ebenso wie die Gegengewichte für die schweren Kurbeln, an den Treibrädern angebracht werden, ausgeglichen und die übrigen durch eine entsprechende Bauart theilweise paralysirt werden. Allein anderweite Umstände lassen diese Ausgleichungen unzweckmäßig erscheinen. Daher würde es vortheilhaft sein, eine Dampfmaschinenconstruction anzuwenden, welche möglichst wenig hin- und hergehende Massen enthält, oder noch besser, welche deren gar keine hat und auch ohne Kurbelmechanismus wirkt.

Diesbezüglich würde z. B. eine in Fig. 7 dargestellte Maschine mit oscillirenden Cylindern, in welchen sich zwei Kolben gegen- und voneinander bewegen, eine Lösung der Frage bilden. Noch zweckentsprechender aber würde eine Maschine mit rotirenden Kolben, also eine sogenannte rotative Maschine sein, deren Kolben unmittelbar auf der Treibachse zu befestigen wäre und die auch mit einem einzigen Cylinder auskommen ließe, wenigstens behufs der Ueberwindung des todten Punktes deren zwei nicht nöthig machen würde.

Allein die ungleich schwierigere solide Anbringung der oscillirenden und der hinsichtlich des Dampfverbrauchs äußerst ungünstige Wirkungsgrad der rotativen Maschinen haben noch immer bei der Verwendung der gewöhnlichen horizontalen Maschinen verbleiben lassen. Der Ausgleich der bezeichneten störenden Bewegungen wird durch wenigstens theilweise Anbringung der erforderlichen Gegengewichte und durch Balanciers, d. h. doppelhebelartige Bestandtheile, zu bewirken versucht, welche die Drücke der Federn gleichmäßig vertheilen.

Diesbezüglich ist z. B. in Fig. 5 ein Balancier zwischen den gekuppelten Treibrädern behufs Aufnahme der einseitigen Federdrücke dieser Räder in einem über der Kuppelstange befindlichen Ausschnitte des Rahmens angebracht, während Fig. 3 und 11 die in den Treibrädern befestigten Gegengewichte zeigen.

Die hinsichtlich der Bauart der Locomotive aus der rein objectiven wissenschaftlichen Untersuchung hergeleiteten Normen sind mit den aus der allgemeinen Praxis und allerdings auch weniger von den thatsächlich äußerst wichtigen Einwirkungen des Zustandes des Bahnbaues abstrahirenden, vielmehr diesen letztern und die Betriebsverhältnisse concreter berücksichtigenden subjectiven Ansichten der Maschineningenieure so sehr verquickt, daß völlig feste Regeln beim Bau der Locomotiven noch keineswegs befolgt werden.

Der eine hat mehr Meinung für diese, der andere für jene Constructionsart, je nachdem sein Urtheil auf mehr theoretische oder auf lediglich praktische Auffassungen gegründet ist. Selbst das massenhaft angehäufte statistische Material läßt keine feste Urtheilsbasis gewinnen.

Jedoch im allgemeinen und für das Laienauge sind sämmtliche Locomotiven der Jetztzeit, wenn auch verschieden hinsichtlich ihrer Bestimmung für Schnellzüge oder Güterzüge, für ebene oder Gebirgsbahnen, für gerade oder stark gekrümmte Geleise, ziemlich von gleicher Einrichtung.

g. Aeußerlichkeiten. Gewicht und Zugkraft.

Die Abbildungen auf Taf. 32 zeigen daher, daß in allen Ländern und unter allen Zonen, in Deutschland, England und Frankreich, in Rußland und in Ostindien die äußere Form fast dieselbe ist.

Nur die amerikanische, in Fig. 2 abgebildete Locomotive weist eine äußerliche jedoch bedeutungslose Verschiedenheit insofern auf, als vor derselben behufs Beseitigung der in den dortigen unwegsamen Gegenden häufiger auf der weniger sorgfältig überwachten Bahn abgelagerten Objecte oder verendeten Thiere gitterförmige Räumer angebracht sind, als dieselben eigenthümlicherweise statt der beiden über den Bahn befindlichen Laternen nur deren eine vor der Ca besitzt und, ähnlich den Dampfschiffen, statt der schrillenden Signalpfeife auf ihrem Rücken eine Glo trägt.

Die jetzt gebauten Locomotiven werden nach Petzholdt bis zu 100000 Kilogr. schwer, und nachdem sie Personen- oder Güterzugmaschinen sind, mit einem Abhäsionsgewichte (Druck gegen die Schienen) von beziehentlich 25000 bis 30000 und 30000 bis 80000 Kilogr. gebaut, sie üben an den Umfang ihrer Treibräder eine Zugkraft von beziehentlich 4000 und 6000 Kilogr. aus und haben eine Leistungsfähigkeit von beziehentlich 600 und 400 Pferdestärken, als Personenzug-Locomotiven eine größere Leistung denn als Güterzugmaschinen, welcher vielleicht vielfach Umstand von der größern Geschwindigkeit der erstern herrührt. Früher rechnete man als mittlere Leistung der Locomotiven 200 Pferdestärken.

h. SchleppTender.

Auf Taf. 33, Fig. 9 und 10 sind zwei SchleppTender abgebildet, der erste von gewöhnlicher amerikanischer Bauart und Einrichtung, der letztere jedoch mit Besonderheit, daß eine Füllung des Wasserkastens mitten auf der Strecke erfolgen kann, ohne daß der Tender und der Zug angehalten werden.

Zu diesem Zwecke ist auf einer längern horizontalen Strecke der Bahn ein langer Wassertrog zwischen den Schienen angebracht. Der Tender aber, von Hooper bottom erfunden, hat im Innern seines Wasserkastens ein dicht auf dessen Boden über einer Oeffnung festigtes Rohr, sowie eine zweite an diese Oeffnung anzudrückende, aber auch mittels Drehung zu heben nende, nach unten gebogene Röhre, welche eben tauchen in den erwähnten Wassertrog gebracht wird und alsdann vermöge des aus der Fahrgeschwindigkeit hervorgehenden Stoßes ein Schöpfen des Wassers und Füllen des Tenders bewirkt.

2. Straßenlocomotiven.

Wenn von den bereits in dem kurzen geschichtlichen Abriß betreffs der Eisenbahnlocomotiven erwähnten noch vor Entstehung der Schienenwege unternommenen verfehlten Versuchen hinsichtlich der Construction von Straßenlocomotiven oder Straßendampfwagen ins sehen und der diesbezüglichen Bestrebungen von Robinson und Watt (1759), sowie von Cugnot nur obenhin gedacht und auch die schon oben erwähnten Leistungen zu bezeichnende, bereits bei den Straßenlocomotiven genannte Construction Evans' nicht berücksichtigt wird, so kann eigentlich erst von 1830 an mit historischen Verzeichnungen des hier erörternden Gegenstandes begonnen werden.

Daß die Erfindung einer für eine Straßenbahn geeigneten Construction im allgemeinen gar keine Schwierigkeiten bot, nachdem bereits im Decennium G. Stephenson seine Eisenbahnen in das Leben gerufen hatte, scheint einleuchtend. Allein die unebene Straße, selbst die glatte und natürlich noch mehr der Feldweg, verhält diesbezüglich doch so wesentlich anders, als die ebene mit nur geringen Steigungen und Krümmungen ganz besonders für den Zweck des Locomotivbetriebs hergestellte Eisenbahn, daß höchst eigentlich keineswegs erwartete Schwierigkeiten überwunden mußten. Nur derjenige, welcher das Bestehen

ermen Drucke vor Augen hat, der von den eibrädern einer Eisenbahnlocomotive behufs Erregung e die Fortbewegung bedingenden Adhäsionskraft ge- n die festen eisernen und verstählten Schienen aus- ibt werden muß, wird an die Lösung des Problems Fortbewegung eines Wagens und gar einer Zug- schine mittels Drucks der Räder gegen die Oberfläche er immerhin relativ weichen und nachgiebigen Straße gerechter Befangenheit hinantreten.

Für die glatte, ebene Eisfläche scheint die Möglich- des Gelingens schon näher zu liegen. In der at ist daher auch der Versuch nicht ganz misglückt, cher auf der Newa mit der auf Taf. 33, Fig. 6 construir- Locomotive angestellt wurde; dieselbe ist sehr ähn- einer Eisenbahn-Tendermaschine mit sattelförmig auf n Kessel angebrachten Wasserkasten construirt, hat ch statt der Laufräder einen Schlitten und statt der tten Treibräder solche von mit Stacheln versehenen inzen.

Allein die Sprödigkeit des Eises bleibt immerhin Hinderniß in der Durchfahrung ein und derselben r und mehr beschädigt werdenden Trace, und der is der Anwendbarkeit ist ein beschränkter. Auch sich seit 1862, dem Zeitpunkte der Erfindung dieser locomotive, von einer weitern Verwendung nichts nehmen lassen.

Schon viel früher, nämlich 1846—54, war odell bestrebt gewesen, der Schwierigkeit des zu ichen Untergrundes durch Anbringung einer hleyphahn zu begegnen. Wie aus Taf. 33, Fig. 4 zu ehen, wird hier von den beiden mittels Zahnrädern vegten Treibrädern das Gleis mitgeschleppt, indem selbe aus sechs flachen ineinander passenden und dem Treibrade locker verbolzten Stücken besteht, che nach Maßgabe der Fortbewegung nacheinander der Maschine selbst vor die Treibräder gelegt den. Diese flachen Stücke dringen namentlich auf bwegen und auf den Feldern selbst nicht so tief die Treibräder in den Boden ein, finden auf letz- n einen größern Reibungswiderstand als die Treib- er und bieten wiederum diesen eine beträchtlichere häsion dar, als dieselben auf dem Boden haben rden. Ein Wendeschemel mit Steuerrad und zuge- igem Mechanismus, vorn vor dem Rauchkasten des sels angebracht, läßt ein Lenken bewirken. Allein der vielfach günstigen Erfolge ist doch diese Loco- tive auf einem nur engen Gebiete von Anwendungs- en brauchbar und vermag wegen ihres langsamen nges, ihrer hohen Anschaffungs- und Betriebskosten, ie wegen der häufigen Reparaturbedürftigkeit des m auch sinnreichen, so doch complicirten Mechanismus er den gewöhnlichen Umständen mit den üblichen fuhrwerken keineswegs erfolgreich zu concurriren. ß wurde daher 1862 wiederum ein System pro- , welches einfach vermöge der Reibung der Rad- änge auf der Oberfläche der Straße fortzukommen te, und zwar wurden hierbei sowol rauh gemachte r mit Vorsprüngen und Querriefen versehene als einfach glatte Radumfänge, jedoch von solcher ite angewendet, daß die Räder fast das Aussehen Chausseewalzen haben.

Nach der Constructionsart von Garrett und Sohn geführt zeigt Fig. 5 die dicht hinter dem Kessel eordnete Treibachse, welche von der (nach Locomo- nart) obenauf angebrachten eincylindrigen Maschine els Zahnradvorgelege und Gelenkkette bewegt wird, rend vorn behufs des Lenkens ein Bisselartiges hgestell angebracht ist.

Sehr ähnlich ist auch Fig. 2 construirt, jedoch mit Unterschiede, daß zwei Gelenkketten angeordnet sind und diejenige für die Treibachse eine mittlere horizontale Lage hat, was bezüglich der entstehenden Bodenpressungen bedeutungsvoll ist.

Ueber diese Zugmaschinen erkämpfte sich jedoch auf der hamburger Ausstellung (1862) die Locomotive von Schwarzkopf in Berlin den Sieg.

Dieselbe unterscheidet sich, in Fig. 1 mit angehängtem Wagen abgebildet, von den frühern durch das Vorhandensein von sowol auf der Treib- als auf der Laufachse angebrachten Federn und einer mittels Coulissensteuerung steuerbaren Zwillingsmaschine. Beide Steuerungen, allerdings von der Eisenbahnlocomotive entnommen, jedoch von den frühern Erfindern der Zugmaschine nicht genügend gewürdigt, haben zur Erreichung des günstigen Erfolgs wesentlich beigetragen. Uebrigens aber erfolgt die Bewegung, nicht wie bei den Eisenbahnlocomotiven direct, sondern vermittels eines zwischen der Maschine und der Treibachse angeordneten (linkerhand unter dem Kessel erkennbaren) Zahnradvorgeleges, und das Lenken wird vermittels eines (rechterhand unter dem Vorderwagen sichtbaren) Kettenrades durch Wendung der mit kleinen Rädern versehenen Laufachse bewirkt.

Die Transportkosten mit einer solchen Schwarzkopf'schen Locomotive und 5 bis 6 angehängten Lastwagen haben sich einschließlich der Amortisation und Verzinsung des auf 7000 — 8000 Thaler für den ganzen Train sich belaufenden Anschaffungskosten und einschließlich des Lohnes für die Bedienungsmannschaft und des Chausseegeldes zu 3 Pfennige per Centner und Meile ergeben, wobei die Fahrgeschwindigkeit eine Meile per Stunde ausfiel.

Das Gewicht der Maschine beträgt 9000 — 10000 Kilogr. und die Pferdestärke höchstens 20 — 25.

Aus Taf. 33, Fig. 12 ist zu ersehen, daß die innere Einrichtung einer Straßenlocomotive hinsichtlich des Kessels mit derjenigen einer Locomobile übereinstimmt, indem in einem linkerhand sichtbaren verticalen Wasserkasten die Feuerkiste mit Rost (hier in der Zeichnung weggelassen) angebracht erscheint und von hier aus in einem horizontalen Cylinderkessel bis zum rechterhand zu erkennenden und die Esse auf sich tragenden Rauchkasten ein Bündel von engen Rauch- oder Feuerröhren angeordnet ist. Da die Straßenlocomotiven Tendermaschinen sind, so findet sich auch hier ein Wasserkasten vor, nämlich unter dem Führerstande (linkerhand) hinter dem Kessel, zwischen welchen beiden die Treibachse angebracht erscheint. Die Maschine mit ihrer Coulissensteuerung ist bei dieser Construction unter dem Kessel angeordnet, und der behufs des Lenkens der kleinen Vorderräder vorhandene Mechanismus ist durch den Rauchkasten geführt, um mittels horizontaler Welle und Schraubenrädern vom Führerstande aus regiert werden zu können.

Die äußere Form eines Dampfwagens oder einer Dampfkalesche, d. h. eines zum Transporte von Personen geeigneten und durch Dampfkraft betriebenen Fuhrwerks ist, nach der Constructionsart Rickett's, in Fig. 3 abgebildet, und die innere Einrichtung eines Dampfomnibus kann aus Fig. 11 ersehen werden. Linkerhand ist ein Sitz für den Heizer vor dem Kessel angebracht, welcher ebenso, nur beträchtlich kürzer, wie ein Locomotivkessel eingerichtet erscheint. Rechterhand ist über der Laufachse ein Sitz für den, einen zuvorderst angebrachten Lenkhebel ergreifen könnenden Conducteur angeordnet. In der Mitte auf den Tenderkästen befinden sich die gepolsterten Sitzplätze für acht Personen; auch kann, wie die punktirten Linien andeuten, eine Ueberdachung angebracht werden. Die Maschine befindet sich unter dem Boden der Sitzplätze

und wirkt mittels Vorgelegewelle und Zahnrädern auf die (linkerhand) unter dem horizontalen Theile des Kessels angeordnete Treibachse.

Der betonten Erwähnung bedarf es nicht, daß weder eine Dampfkutsche, noch ein Dampfomnibus und ebenso wenig eine Straßenlocomotive, Zugmaschine oder traction-engine erfunden wurde, welche zu der Annahme berechtigt, daß den jetzt üblichen Arten des Fortkommens im allgemeinen wirksame Concurrenz gemacht werden könnte. Auch die neuerdings mit Ammoniakmaschinen betriebenen Straßen-Eisenbahnwagen, welche ursprünglich so viel Aufsehen in Amerika erregten, scheinen trotz der zufriedenstellenden Versuche des Generals Beauregard schon wieder beiseite geschoben zu sein.

Die Luftschiffahrt.

(Tafel 34.)

Wenn auf den übrigen Tafeln der Maschinentechnik bis auf einige wenige Ausnahmen nur Maschinen und Apparate dargestellt wurden, welche dem Prüfstein praktischer Bewährtheit widerstanden haben, so kann diese letzte Tafel nur Abbildungen von Constructionen bieten, welche rücksichtlich ihrer Wirkungsweise als motorische Fahrzeuge noch keineswegs von Erfolg gekrönt wurden.

Luftballons, welche sich in höhere Regionen der Atmosphäre erheben und von der Strömung der Winde und demnach in der Richtung derselben fortbewegt werden, bilden nicht die Lösung des Problems, welches die Luftschiffahrt sich zum Gegenstande genommen hat. Sie bilden es ebenso wenig, wie der Nachen ohne Steuer und ohne Ruder, welcher, ins Meer hinausgestoßen, von den Wogen desselben hin- und hergeschaukelt wird und den Strömungen desselben willenlos folgen muß, die Lösung der Aufgabe der Wasserschiffahrt enthalten würde. Und daß lenkbare, gegen Wind oder nach anderer als der herrschenden Luftströmung zu bewegende Luftschiffe noch nicht erfunden wurden, ist schon aus dem einen Umstande bekannt, daß unsere Widersacher im glorreichen Kriege von 1870—71 trotz der äußersten Anstrengungen und trotz fieberhaft erregter und angespannter Erfindungskraft nicht im Stande waren, ihre Luftposten anders als nach den Launen des Wetterwechsels zu befördern.

Frei, wie der Vogel in der Luft, sich bewegen, je nach Willkür diese oder jene Richtung einschlagen, oder doch, wie mit der Locomotive auf der Eisenbahn oder mit dem Schiffe auf Fluß und Meer, bestimmte Routen innehalten zu können: dieses Problem ist bis jetzt unlösbar geblieben. Wir sprechen daher nur von dem Versuch seiner Lösung, welcher im wesentlichen zwei Richtungen eingeschlagen hat. Erstens hat man den Flug der Vögel, Insekten oder Fledermäuse als Vorbild genommen und Flugmaschinen zu construiren versucht, zweitens hat man das Schwimmen des Fisches im Wasser nachahmen und den Luftballon steuerbar machen wollen.

1. Ballons, Aerostaten.

Ein Ballon der herkömmlichen oder ursprünglichen Art, von mehr oder weniger kugel-, ei- oder birnenförmiger Gestalt, bewegt sich bei Windstille vertical in die Höhe und bei Luftströmungen in einer schräg ansteigenden oder genau genommen in einer krummen Bahn, die mit wachsender Höhe immer mehr der horizontalen Richtung sich nähert. Ist er in einer gewissen Höhe angekommen, so bleibt er schweben oder bewegt sich in der Richtung des in dieser Höhe herrschenden Windes horizontal fort.

Daß die Ursache dieser Erscheinung von der Differenz der specifischen Gewichte des Ballons (einschließlich seines Füllungsstoffs) und einer seinem äußeren Volumen gleichkommenden Luftmenge herrührt, und daß dieselbe völlig identisch mit derjenigen ist, welche der Bewegung eines vom Boden des Meeres aufsteigenden Stückes Holz oder eines sonstigen specifisch weniger als Wasser wiegenden Körpers zu Grunde liegt, ist nicht erst jetzt, sondern wurde schon vor Erfindung des Luftballons erkannt.

Denn wenn von dem vom Jahre 1694 datirenden Berichte des Missionars Bassou, nach welchem schon 1306 ein Ballon in Peking aufgestiegen sein soll, abgesehen, und wenn daher den Bewohnern des himmlischen Reichs das Prioritätsrecht in gleicher Weise, wie zu Gunsten Berthold Schwarz' bezüglich der Erfindung des Schießpulvers, vorenthalten wird, so würde die Erfindung des Ballons erst auf das Jahr 1783 zu verlegen sein, sofern die Erzählung von dem Aufsteigen des Portugiesen Don Guzman in einem mit Feuerluft gefüllten Papierballon glaubhaft erscheint und sie ist auf das Jahr 1783 zu verlegen, sofern die Construction der Gebrüder Montgolfier als die weitaus weisbar zuerst existirende und den Ausgangspunkt für die heutigen Formen bildende betrachtet wird; jedenfalls aber hat man vor dieser Zeit jene mehr theoretische Anschauung gehabt.

Dieselbe wurde, ohne daß man die Erscheinung selbst kannte, offenbar an die Entdeckung des Luftdrucks und der Ursache desselben geknüpft, und so nach unsern Darlegungen diese Entdeckung auch den Ausgangspunkt für die Erfindung der Dampfmaschine bildet. Denn nachdem 1630 die Entdeckung der Schwere der Luft von Torricelli und 1648 die Erfindung der Luftpumpe von Otto von Guericke gemacht war, treffen wir schon 1670 auf einen diesbezüglichen Vorschlag Lana's, welcher mit Segeln ausgerüstete Ballons von dünnem Kupferblech herstellen und mittelst selben luftleer pumpen wollte. Auch verfolgte Schwan in Altdorf bei Nürnberg 1678 diese Idee, und nach der Entdeckung des Wasserstoffgases von Cavendish 1766 sprach Professor Black in Edinburg rücksichtlich des geringen specifischen Gewichts dieses Gases die Theorie vom Aufsteigen eines mit demselben gefüllten leichten Behälters klar aus und fand 1782 in Montgolfier, Lichtenberg und Cavallo Experimentatoren, welche an mit Wasserstoff-gefüllten Seifenblasen die Theorie bestätigten.

Es ist daher höchst wunderbar, daß, trotzdem man wissenschaftlicherseits so nahe vor der Realisirung der Erfindung stand, dieselbe doch um diese Zeit auf rein empirischem Wege gemacht wurde.

Die Idee Lana's und Sturm's ist allerdings praktisch werthlos. Ein Behälter, welcher durch Luftleerpumpen leichter als die Luft gemacht werden soll, muß bedeutende Widerstandleisten gegen den äußern Luftdruck in seinen Wandungen erhalten, daß sein Gewicht das zulässige Maß weit überschreiten würde. Aber seitdem der gleicher Pressung vierzehnmal weniger als Luft wiegende Wasserstoffgas entdeckt war, hätte man wenigstens auf die Idee der Verwendung eines papierenen leichten Stoffs, statt der zu diesem Zwecke benutzten Seifenblase kommen können.

a. Montgolfièren, Charlièren.

Nichtsdestoweniger dachten die Papierfabrikanten Montgolfier, obgleich nicht etwa unwissende Pfuscher, sondern schon durch ihre Erfindung des hydraulischen Widders rühmlichst als denkende Köpfe bekannt, keineswegs an specifisches Gewicht, Auftriebskraft, Ba-

ung von specifisch leichten Gasarten u. dgl., sonerhielten die glückliche Inspiration zu ihrer Erg notorisch lediglich aus der Betrachtung der igenden und dahinziehenden Wolken. Könnte eine solche Wolke in eine leichte Hülle einschließen, rde sie diese Hülle durch die Lüfte tragen; diese hfolge war das Resultat einer offenbar richtigen ischen Anschauung. Und da der Rauch, so folgerten rfinder ohne Zweifel weiter, ebenfalls wie die aufsteigt und sich bewegt, so braucht man nur einem leichten, aus Papier oder Leinwand herten Ballon ein Feuer zu entzünden und den Rauch selben einströmen zu lassen, um ihn zum Aufsteigen ngen.

s Papier, dessen Anwendung den beiden Papierunten nahe lag, erwies sich als zu zerreißbar, inwand als zu wenig dicht. Sie stellten daher Ballon von Leinwand her und fütterten denselben apier aus. Mit Rauch gefüllt stieg dieser Ballon, r in Fig. 1 abgebildet ist, bis zu staunenswerther in die Luft. Der Tag dieses ersten gelungenen hs war der 4. Juni 1783.

on am 28. August desselben Jahres, also nicht rei Monate später, erfolgte die Aufsteigung des Angabe des Professor Charles gefertigten und Wasserstoffgas gefüllten Ballons.

Wissenschaft hatte sich des Problems angen, oder, besser gesagt, sie war durch die Montes auf den schon längst gesuchten, aber noch gefundenen richtigen Weg geführt.

tte man wissenschaftlicherseits Zweifel in die Mögt der Herstellung einer genügend festen, genügend n und genügend dichten Hülle gesetzt, wenn man e Anwendung des Wasserstoffgases dachte, so an nun eine diesbezügliche Construction vor sich, ürchtete man noch die Entzündlichkeit des in Massen zu entwickelnden Wasserstoffgases, so man durch die sieberhaft erregte Theilnahme arch das Drängen des gesammten Publikums er t, den Versuch zu wagen, und durch die herzuenden Geldmittel in die Lage gebracht, ihn zur rung zu bringen. Das Wagniß erscheint mögeeise zwar gering, wenn wir Hunderte von jenen , rothen, ebenfalls mit Wasserstoffgas gefüllten s als Kinderspielzeug heute umhertragen und tlich in die Luft fliegen sehen. Wir erfahren uch die Durchlässigkeit des Gummis, aus welchem gestellt sind und welcher sie in wenigen Tagen lich macht und können daher einen Schluß auf wierigkeit der Herstellung eines dichthaltenden nösen Ballons ziehen.

ist rücksichtlich der Stellung der Empirie und issenschaft zum Erfinden höchst beachtenswerth, e Montgolfiers nach ihrem ersten glücklichen, rein empirisch gefaßten Gedanken, die thörichtsten bezüglich der Vervollkommnung ihrer Erfindung

Daß nicht der eigentlich specifisch schwerere sondern die durch die Hitze des Rauchs aus e und hierdurch sammt dem Rauch leichter ge Luft es war, welche das Aufsteigen des Ballons , erkannten sie keineswegs, trotzdem sie von ysikern wiederholt darauf aufmerksam gemacht sbezüglich belehrt wurden. Indem sie vielmehr edoch erfolglos, den entwickelten Wasserdampf, einlich um die Wolke nachzuahmen, versuchten, sie die im Rauche vermeinte Electricität für beeinflußreich und forschten daher nach unendlich onderbaren Zusammensetzungen von ungereinStoffen, um mittels deren Verbrennung hervorelektrischen Rauch zu entwickeln.

Mittlerweile schritt die Wissenschaft auf ihrem correctern Wege weiter fort.

Während die Montgolfiers neben ihren Bestrebungen nach Verbesserungen eine ganze Reihe von ihren mit Rauch oder warmer Luft gefüllten und Montgolfièren genannten Ballons im Laufe der ersten Jahre nach der Erfindung unter der enthusiastischsten Theilnahme der Franzosen und der ganzen Welt vor den Augen des Königs und des Hofs bei Kanonendonner und Festgepränge aufsteigen ließen, waren Charles und die Mechaniker Gebrüder Robert bemüht, durch Anwendung von mit Gummilösung getränktem Taffet eine dichtere und doch genügend leichte Hülle, sowie durch Ueberspannung des Ballons mit einem Netzwerk aus Schnüren eine festere Construction zum Aufhängen einer Gondel zu Stande zu bringen, und stellten ebenfalls im Laufe der ersten Jahre eine ganze Reihe von solchen Ballons her, die, mit Wasserstoffgas gefüllt und Charlièren genannt, zum mächtigst bewegten Interesse des Publikums ihre Luftflüge machten.

Dieses Interesse entsprang gleichmäßig aus den phantastischsten Träumereien und sanguinischsten Hoffnungen, welche sich an die nahe bevorstehende Zukunft der Luftschiffahrt knüpften, als auch aus den ernsten Erwägungen und ruhigern Erwartungen, welche durch die Aussicht auf das Ausbenten des Luftballons zu wissenschaftlichen Zwecken und zu strategischen und sonstigen praktischen Verwendungen rege gemacht wurden.

Ob, wie wol behauptet wird, eine französische Charaktereigenthümlichkeit dazu gehörte, für die Inspiration zur Erfindung des Ballons empfänglich zu sein, möchte wol zweifelhaft erscheinen. Vielleicht aber würde das Wagniß, dem zerreißbaren und thatsächlich oft zerreißenden, luftigen Seidenstoffgebilde bis in schwindelnde Höhen hinauf sich anzuvertrauen, zu jener Zeit in einem andern Lande als in Frankreich nicht sobald bestanden worden sein. Die Spanier und die Portugiesen haben es auf ihren Entdeckungsreisen an Kühnheit, Verwegenheit und Abenteuerlichkeit nicht fehlen lassen, die Holländer und Engländer sind bei der Eroberung ihrer Colonien nicht weniger entschlossen, muthig und tollkühn gewesen; aber damals, nur wenige Jahre vor dem Ausbruch der großen Revolution, gärte es gerade ganz besonders in den Franzosen, und Eitelkeit, Ehrgeiz, Sucht zum Carrièremachen, zum Auffallen, zur Abenteuerei, spannten jede Fiber an und drängten alle Bedenken und Befürchtungen zurück.

Nachdem daher schon drei Monate nach Aufsteigung der ersten Montgolfière der Versuch mit Anhängung eines eine Ente, einen Hahn und ein Schaf enthaltenden Weidenkäfigs gemacht war, entschlossen sich trotz des Einspruchs des Königs, welcher zunächst nur einem Paar verurtheilten Verbrechern die Erlaubniß ertheilen wollte, Pilâtre de Rozière und der Marquis d'Arlande eine mit Gondel versehene Montgolfière zu besteigen (Fig. 2) und unternahmen nach mehrern, mit Hülfe von verankerten Tauen in geringen Höhen gemachten Vorversuchen am 21. October 1783 die erste Luftfahrt.

Wie sehr Pilâtre de Rozière dem Anreize der Eitelkeit oder des Ehrgeizes und wie wenig er dem wahren, in der Ueberzeugung und in der Erkenntniß wurzelnden Muthe folgte, bewiest seine kurz hierauf zur Ausführung gelangende, unverständige und unglückliche Idee, behufs Steigerung des Effects eine Montgolfière mit einer Charlière zu combiniren und die Feuerpfanne, welche nach den ersten Versuchen unter den Montgolfièren, anstatt dieselben nur einmal mit heißem Rauche zu füllen, angebracht wurde, nicht von deren Einwirkung auch auf die mit so leicht entzünd-

lichem und leicht ausdehnsamem Stoff gefüllte Charlière abzuhalten.

Trotz der ernstlichsten und wohlgemeintesten Warnungen seitens der Theoretiker, trat er mit seiner gefährlichen Constructionsart die Reise von Calais nach Dover an, ohne jedoch weit von der Küste fortzukommen, und sand dann, von einer Windströmung wieder landeinwärts zurückgetrieben, als erstes Opfer der Luftschiffahrt am 13. Juni 1785 seinen Tod durch das Platzen der durch die Erhitzung offenbar zu stark angespannten Charlière.

Indessen war an dem Orte dieses Unglücksfalls schon am 7. Januar 1785 die erste Luftreise glücklich beendet worden. Der vielgenannte Aëronaut Blanchard, der sich schon vor Montgolfier mit diesbezüglichen Bestrebungen, jedoch erfolglos, befaßt hatte, war sofort nach der vollendeten Thatsache der Erfindung bemüht gewesen, den Ballon reisemäßig herzustellen und, da er zu diesem nützlichern Zwecke in Frankreich die genügende Unterstützung nicht fand, nach England gegangen, wo er es dahin brachte, im Vereine mit dem Amerikaner Dr. Jefferys am bezeichneten Datum von den Kreidefelsen Dovers nach Calais überzusetzen. Ob der zu dieser ersten Luftreise verwendete Ballon genau die in Fig. 3 abgebildete, von Blanchard zu seiner am 2. März 1784 in Paris unternommenen Luftfahrt oder Ascension benutzte Construction oder eine andere Bauart hatte, vermag ich mit Sicherheit nicht festzustellen. Es sind an demselben sowol ein Fallschirm als Steuerruder zu erkennen, welche Blanchard für sehr wichtig hielt. Das die Gondel tragende Netzwerk wurde jedoch schon von Professor Charles bei dessen erstem Ballon angewendet.

Obgleich die Luftfahrten oder Ascensionen in unzählbarer Menge Schlag auf Schlag nacheinander folgten, jedoch mehr den Charakter von Athleten- oder Kunstreiterstücken an sich trugen, auch wirkliche Luftreisen, d. h. Luftfahrten nach bestimmten entfernten Orten, nämlich von Dover nach Calais und umgekehrt, unternommen wurden, so blieb doch eine höhere nützliche Anwendung des Aërostaten noch immer im Stadium des Projects, bis 1794 im Kriege der französischen Republik gegen Belgien die erste Benutzung des Ballons zu Kriegszwecken erfolgte. Von den beiden besonders zu diesem Zwecke organisirten Compagnien, den „aërostiers", wurde in der durch Fig. 4 veranschaulichten Weise der Recognoscirungsdienst in der Schlacht von Fleurus, jedoch ohne wichtigen Erfolg, gethan.

Eine Anwendung zu ernstern wissenschaftlichen Zwecken wurde dagegen erst 1803 auf deutschem Boden zur Ausführung gebracht, wo Robertson und Lhoëst am 18. Juli in Hamburg aufstiegen und nach einem $5^1/_2$-stündigen Aufenthalte in den höhern Regionen wieder bei Hannover auf den Erdboden zurückkehrten, bereichert mit etlichen Beobachtungen betreffs der Reibungselektricität, des Galvanismus, des Schalls, des Siedepunktes, der Sonnenwärme und einiger optischer und physiologischer Erscheinungen.

Bei dieser ersten Fahrt wurde der in Fig. 4 abgebildete und in der Schlacht von Fleurus thätig gewesene Ballon verwendet, welchen Robertson käuflich in seinen Besitz gebracht hatte.

Es wurde darauf hingewiesen, wie den Gebrüdern Montgolfier das Verdienst gebühre, die Erfinder der Hülle zu sein, welche durch Angefüllwerden mit heißem Rauche, erhitzter Luft oder specifisch leichtem Gase geeignet ist, den Luftballon, den Aërostaten, zu bilden. Schon dieses Verdienst allein ist keineswegs zu unterschätzen. Denn es handelt sich dabei nicht etwa nur um geringfügige Spielerei, sondern die Erfindung würde nicht zu Stande gekommen sein, wenn nicht die Erkenntniß dabei Raum gewonnen hätte, daß solcher Ballon einen beträchtlichen Durchmesser haben müsse, und wenn nicht die praktischen Schwierigkeiten, welche sich der Herstellung einer genügend dichten und festen Hülle von so enormen Dimensionen entgegenstellen, erfolgreich besiegt worden wären. In der That hatte die erste Montgolfière einen Durchmesser von über 12 Mt., also von etwa sieben Meter, und ein Gewicht von 215 Kilogr.

Es ist auch die Idee oder Inspiration, zur Lösung des aëronautischen Problems den Zug der Luft oder das Aufsteigen des Rauchs zu verwerthen, wol genial zu nennen.

Aber freilich mußten bei den verbesserten Constructionen die Montgolfièren gänzlich wieder aufgegeben werden, und fanden später, sowie übrigens auch noch heutzutage höchstens Verwendung zu Spielereien und Belustigungen, während die Charlièren die Grundform für die zu Luftreisen und ernstern Zwecken verwendeten vollkommenern Constructionen bildeten. Es hatte Charles in Verbindung mit dem Praktiker Anisy den Ballon mit den Accessorien ausgestattet, welche zu einer sicherern Luftfahrt und Luftreise unentbehrlich erforderlich sind. Er hatte das die Gondel tragende Netzwerk angebracht, eine behufs Abminderung der explosionsgefährlichen innern Gasdrucks und zum Niederlassens des Ballons zum Auslassen geeignete Sicherheitsklappe angeordnet, welche am Ende, im Scheitel, angebracht, durch Federkraft geschlossen und mittels eines durch den Ballon geführten Seils nach Bedürfniß geöffnet wird; er hatte den Taffetstoff durch Ueberziehen mit Gummilösung dichtet, einen Anker, ein Höhenmeßinstrument angebracht und den Ballast zum Zwecke des Ablassens verwendeten Höhersteigens durch partielles Auslassen desselben verwendet. Auf dieses letztere Mittel, er, nebenbei bemerkt, durch die praktische Erfahrung geführt worden, welche ihm bei seiner ersten Fahrt die Erscheinung brachte, daß der Ballon, kurz nach dem Aufsteigen seines Mitreisenden Robert plötzlich um 65 Kilogr. erleichtert, mit ihm blitzschnell in 3000 Mt. wieder in die Höhe schnellte.

Das Wasserstoffgas, durch dessen Anwendung der genügend massige Bereitung Charles sich ausgerüstet hatte, wurde jedoch von dem weit billigern, auch nicht in gleich günstigem Grade geeigneten Leuchtgase mehr und mehr in dem Maße verdrängt, als städtischen Gaswerke sich verbreiteten.

Das 7—8 mal so große specifische Gewicht des Leuchtgases wurde paralysirt durch Herstellung größerer, voluminöserer Ballons. Die Anwendung desselben geschah zuerst von den Engländern, welche auf der Bildfläche des historischen Gemäldes der Aëronautik vorzugsweise mit den Namen Cornwell, Green und dessen Sohn George Green erscheinen, deren Ascensionen und Luftreisen kaum zu zählen.

Der Ballon, dessen sich Green, der Vater, in der am 7. November 1836 ausgeführten Reise von London nach Weilburg im Nassauischen, unter Zurücklegung einer Strecke von 90 deutschen Meilen in 18 Stunden bediente, wird durch Fig. 5 dargestellt.

An demselben ist linksseitig ein Fallschirm zu erkennen, und von letzterm, bekannten und schon von Professor Lenormand 1783 erfundenen und angewendeten Rettungsapparate in Fig. 9 und 10 eine nähere Abbildung gegeben, nämlich in Fig. 9 im geschlossenen, unwirksamen, in Fig. 10 im geöffneten, nach jener angedeutetem Zerrissensein des Ballons eingetretenen wirksamen Zustande.

Die sehr großen Aërostaten von Green und Coxwell, denen der zu einer 1851 in Leipzig stattgefundenen ension des letztern verwendete Ballon eine Höhe von Meter und einen Rauminhalt von 1000 Kubikmt. e, wurden jedoch von dem im October 1863 in is von Nadar aufgelassenen Ballon noch weit über- en. Derselbe, „Le Géant" getauft, hatte einen mal so großen Rauminhalt als jener, faßte nämlich Kubikmt. Gas, und trug eine aus spanischem Rohr estellte, aus zwei Etagen bestehende, und, außer klassischen Instrumenten, photographischen Apparaten Nahrungsmitteln, auch Betten, Toilettentische u. dgl. ltende Gondel. Die unglückliche Katastrophe der ig. 6 abgebildeten und in der Gegend von Nien- um Hannoverschen stattgehabten Landung dieses 9 Personen bemannten Ballons ging damals durch Zeitungen.

ie Luftfahrer, zu denen außer Nadar und dessen auch der als Aëronaut bekannte Godard als ermann oder Kapitän gehörte, vermochten dem nicht genügende Ausströmung zu verschaffen; der on sank daher nur so weit, daß die schwere Gondel der Erde schleifte, und wurde von einem heftig nden Winde über Stock und Stein getrieben, bis nter Beschädigung von Gebäuden und unter Zer- ng der Eisenbahndämme, sowie Zerreißung der raybendräthe, in einem Walde bei Nethem hängen Der „Géant" hat dann 1867 noch drei Auffahrten cht.

ährend in Fig. 7 eine noch weit schlimmere Ka- phe, als die den „Riesen" betroffene, dargestellt ämlich das Zerplatzen des durch das Ankertau altenen und bei geschlossenem Ventile vom Sturm- heftigst ergriffenen „Neptun", so zeigt Fig. 15 Befüllwerden eines zur Abfahrt vorbereiteten s auf der Gasanstalt selbst. Inmitten der Gasometer dieser Gasanstalt zu Paris erscheint reits völlig gefüllte Ballon, noch festgehalten an Netzwerke mittels etlicher auf der Erde liegen- ndsäcke. Die Taue werden nach einiger Zeit ptern befreit und mit der Gondel vereinigt , während der Ballon durch drei oder vier angespannte und von Arbeitern ergriffene ewahrt wird, von Windströmungen seitlich ab- zu werden.

b. Gefesselte Ballons.

bei anzutretenden Luftreisen des Curses sicher welchen der Ballon nehmen sollte, schickte man Ballons voraus, und wartete ab, bis dieselben ünschte Richtung einschlugen. Vielfach ist jedoch n Aëronauten der Versuch gewagt worden, eine gion anzutreffen, in welcher eine erwünschte btung die erforderliche horizontale Triebkraft n möchte, indem die Ansicht gehegt wurde, daß ene Höhenschichten, gemäß einer im allgemeinen s angestellten zutreffenden Beobachtung, nach schiedensten Richtungen in Bewegung seien. olg derartiger Versuche ist nicht sehr günstig

ließ sich bei bloßen Ascensionen nicht mit it der Ort der Niederfahrt, der Landungs- orher bestimmen, und noch weniger vermochte bewirken, daß der Ballon an einem bestimm- der Atmosphäre in der Schwebe verharrte, Anstellung von wissenschaftlichen Beobach- ehr erwünscht gewesen sein würde. Endlich zur Niederfahrt das kostspielige Gas zum en gebracht werden, während eine Ausbe- desselben vortheilhaft sein würde. Alles dieses hat man jedoch neuerdings durch „Fesselung" des Aërostaten zu erreichen vermocht.

Ein gefesselter, d. h. ein festgehaltener Ballon ist eigentlich schon der zu militärischen Zwecken angewendete und in Fig. 4 dargestellte. Allein es handelt sich hier um solche Ballons, welche mittels eines durch Maschinenkraft zu bewegenden Taues festgehalten und niedergezogen werden.

Ein solcher Ballon muß außer sich selbst und den Insassen seiner Gondel auch noch das Gewicht des langen, bis auf die Erde herabhängenden Taues tragen. Seine Tragkraft muß daher unter sonst gleichen Umständen beträchtlicher als die eines freien Aërostaten sein. Er wird mithin voluminöser hergestellt oder mit leichterm Gase, d. h. mit Wasserstoff- anstatt mit Leuchtgas gefüllt werden müssen.

Der in London 1869 ausgeführte und in Fig. 11 abgebildete „Gefangene" wurde durch Combination beider der letztgenannten Mittel zu einem Riesen gemacht, der eine omnibusartige Gondel trug. Sein Durchmesser hatte das ansehnliche Maß von 37 Mt. oder über 20 Menschengrößen, und sein Rauminhalt betrug nicht weniger als 12000 Kubikmt., d. h. noch einmal soviel als derjenige des „Géant", und 2,4 mal soviel als der auf der pariser Ausstellung 1867 ausgeführte.

Da die Füllung mit Leuchtgas, noch mehr aber die mit Wasserstoffgas äußerst theuer ist, so stellte sich der Verfertiger Giffard die Aufgabe, eine besonders dichte Hülle herzustellen und wendete mit günstigem Erfolge zwei Lagen Leinwand, eine Lage Musselin, dazwischen Lagen von Kautschuk und darüber sieben Schichten von Gummi und Oelfirnis an. Hierdurch wuchs allerdings das Gewicht der Hülle allein auf 2800 Kilogr. Jedoch die Dichtheit war so vollständig, daß wochenlang kein Gas nachgefüllt zu werden brauchte.

Der Ballon war in einer gezimmerten und mit Leinwand überspannten Arena von 175 Mt. Durchmesser angebracht und an einem 650 Mt. langen Kabel befestigt, welches über eine unterirdisch angebrachte Leitrolle bis auf die Trommel einer Dampfwinde geführt war. Dieses Kabel wickelte der Ballon bei der Auffahrt selbst ab und wurde von demselben wieder niedergezogen, ohne daß eine sonst zum Niedergange erforderliche partielle Entleerung von dem kostspieligen Gase stattzufinden hatte.

Das Unternehmen ist ein finanziell verfehltes gewesen, namentlich da schon nach einigen Wochen der Inbetriebnahme ein heftiger Sturm und die Unvorsichtigkeit des Maschinenführers das Zerreißen des Kabels, das Davonfliegen des „Gefangenen" und das Einfangen und Wiederinstandsetzen desselben verursachte.

Noch unglücklicher verlief ein ähnliches Unternehmen auf der letzten wiener Weltausstellung.

Ein „gefesselter" Ballon verhält sich übrigens gegenüber den Windströmungen völlig verschieden von einem freien. Während letzterer den Stößen und Pressungen des Sturms nachgibt und dieselben für den Luftfahrer gar nicht und keineswegs wie für einen auf der Erde Gehenden bemerkbar macht, so läßt der gefesselte Aërostat jeden Windstoß unangenehmst empfinden, und kommt sogar, wenn er nicht schleunigst mittels des Kabels niedergeholt wird, in die durch Fig. 7 dargestellte und bereits beschriebene kritische Situation.

c. Lenk- oder steuerbare Ballons.

Das Problem der Lenkung oder Steuerung der Aërostaten ist vom ersten Tage ihrer Erfindung an, oder doch bald darauf, mit sehr viel Vertrauen auf den Erfolg in Angriff genommen worden. Segel und Ruder wurden zuerst versucht. Auch der Ballon von

Blanchard (Fig. 3) hat solche aufzuweisen. Allein beide erwiesen sich als nutzlos und zwar sehr natürlich, da dieselben nur um so mehr Angriffspunkte dem Winde darbieten, welcher den Ballon mit sich fortnimmt, anstatt daß er damit zu bekämpfen wäre. Mit einem Fluß- oder Seeschiffe läßt sich mittels der Segel gegen die Richtung des Windes ankommen, indem vermöge des Steuers und des Widerstandes im Wasser das Laviren bewirkt werden kann.

In ähnlicher Weise könnte bei der Luftschiffahrt durch Hinzunahme eines außerhalb der Luft gelegenen Widerstandes eine Art von Steuerung erlangt werden. Ein diesbezügliches Project von dem Anonymus Aëronaut, ist beispielsweise in Fig. 8 veranschaulicht. Der mit Segeln ausgerüstete Ballon erscheint hier an einem im Meere schwimmenden Steuer befestigt. Er erhält so viel Auftrieb, daß er bei Windstille die Zugtaue vertical anspannt, ohne ein namhaftes Heben des Steuers zu bewirken. Der entstehende Wind wird ihn unter Beihülfe des Segels forttreiben. Wird das Steuer mittels der Zugtaue parallel zur Windrichtung gestellt, so wird er unter Ueberwindung eines geringen hydraulischen Widerstandes genau in der Richtung des Windes fortgetrieben werden. Wird dasselbe normal (quer) zur Windrichtung eingestellt, so wird der Ballon ebenfalls in der Windrichtung, jedoch unter Ueberwindung eines bedeutendern hydraulischen Widerstandes und demnach langsamer fortbewegt werden. Stellt man aber das Steuer schräg zur Windrichtung ein, so schlägt der Ballon einen von der Windrichtung abweichenden Weg ein, er wird also bis zu gewissem Grade gesteuert. Wegen des hydraulischen Widerstandes erhält jedoch der Ballon einen Winddruck, welcher leicht die schon beim gefesselten Aërostaten erwähnte und in Fig. 7 dargestellte Katastrophe herbeiführen kann.

Uebrigens ist eine Art von Lenkung, d. h. die Herbeiführung einer andern als der nach der Windrichtung verlaufenden Bewegung auch ohne äußerlichen Widerstand durch den Luftwiderstand selbst bewirkbar, nämlich vermittels einer besondern Formgebung des Ballons. Eine solche Form ist die in Fig. 12 und 13 ersichtliche, die „Fischform" oder „Cigarrenform" genannt.

Wird mit dieser Form ein Trapez vereinigt, derartig, daß von den Enden des Ballons verticale Taue herniederhängen und parallel zur Längsaxe durch eine Stange verbunden sind, wird ferner an diese Stange die schwere Gondel gehängt und auf derselben hin- und herverschiebbar gemacht, so läßt sich beim Aufsteigen in windstiller Luft eine andere als die verticale Richtung vermöge Verschiebung der Gondel und vermöge hierdurch bewirkten Schrägstellens der Ballonaxe einschlagen, indem Auftriebskraft und Luftwiderstand zu einer anders als vertical gerichteten Resultante sich zusammensetzen; ähnlich bei Windströmungen.

Wird diese Bewegung mit einem abwechselnden Aufsteigen und Niedersinken combinirt, so ist ein horizontales Fortkommen auch bei Windstille und gegen den Wind möglich; dasselbe wird in einer in verticaler Ebene gelegenen zickzackförmigen Bahn erfolgen.

Das abwechselnde Aufsteigen und Niedersinken wird auf zweierlei Weise bewirkt. Einmal durch Auswerfen von Ballast und Auslassen von Gas; ferner aber auch durch Anwendung einer „Schwimmblase", d. h. eines im Ballon enthaltenen zweiten Ballons, welcher mit Luft zu füllen oder davon zu entleeren ist.

Der Vorschlag und Versuch zur Anwendung einer Schwimmblase wurde schon kurz nach Erfindung der Ballons von Meunier gemacht. Die Wirkungsweise besteht darin, daß die im Innern des mit Gas gefüllten Ballons enthaltene Schwimmblase eine Tasche mit solcher Luft gefüllt ist, welche in höheren Regionen ein größeres specifisches Gewicht als dort befindliche Luft hat, und demnach mittels partiellen Auslassens dem Aërostaten ein relativ geringes Gewicht, mithin eine beträchtlichere Steigkraft ertheilen läßt.

Weit wirksamer, als eine Schwimmblase, ist die von der Joulie vorgeschlagene Gaskessel, welcher der Gondel befestigt, mittels einer Pumpe und eines Schlauchs mit dem Ballon communicirt und Füllungsstoff des Ballons theilweise im comprimirten Zustande in sich birgt oder ihn dem Ballon zu liefert. Ersternfalls wird die Steigkraft genau letzterfalls bedeutender sein; das abwechselnde Comprimiren und Dilatiren wird ein Sinken und Steigen bewirken lassen, ohne daß Gas zum Entweichen gebracht, daß Ballast angewendet wird.

Das Steuer ist nur für den Fall des Vorhandenseins eines von motorischer Kraft bewegten Steuerapparates zur Wirksamkeit zu bringen, und der Steuerapparat wirkt am vortheilhaftesten, je weniger Widerstandsfläche er dem der Bewegung entgegenwirkenden Winde preisgibt. Seine zweckmäßigste Grundform fällt daher mit derjenigen einer Schraube, eines Propellers, zusammen und hat trotz der geringen Oberfläche die erforderliche Triebkraft entsprechend große Drehgeschwindigkeit anzunehmen.

Von dieser Erkenntniß ausgehend, haben Andere, zuerst der Neuzeit bei den lenkbaren Luftschiffen Schraubenräder angewendet, wie dieselben in Fig. 12 und 13 zwischen Ballon und Gondel angedeutet erscheinen. Es ist aber auch die Cigarrenform bei diesen lenkbaren Ballons bevorzugt, weil der Auftrieb oder die Steigkraft unter gleichen Umständen nicht von der Form, sondern von dem Volumen abhängt, der zu überwindende Widerstand jedoch um so kleiner ausfällt, je kleiner der demselben in der Bewegungsrichtung dargebotene Querschnitt des Ballons ist.

Nachdem Giffard schon 1852 Versuche mit derartigen Bauart angestellt, sich aber vorwiegender auf die Herstellung von gefesselten verlegt hatte, trat Rufus Porter in Boston zunächst mit einem zur Zufriedenheit wirkenden und hierauf mit einem durch Fig. 12 und 13 dargestellten Riesenschiff hervor, dessen Ballon eine Länge von nahe 50 Mt. und einen größten Durchmesser von circa 5 Mt. hatte, und dessen Gondel eine Länge von 18 Mt. Länge und $2^1/_2$ Mt. Breite besaß, sowie mit einer zweicylindrigen Dampfmaschine von 4 Pferdestärken ausgerüstet war. Bei den stattfindenden Probefahrt ergab sich jedoch, daß die zur Herstellung der Ballonhülle verwendete Firnißmasse zur Dichtung benutzten Firnis zerfressen und das eingefüllte Wasserstoffgas entweichen ließ.

Später hat auch Mariott in California ein ähnliches Luftschiff hergestellt und vor der „Dampf-Luftschiffahrts-Gesellschaft" Probefahrten ohne jedoch die alsdann in Aussicht gestellte Bauung eines größern Schiffs bis jetzt zu Stande gebracht zu haben.

Ein weiterer Versuch wurde auf Grund der jüngsten pariser Belagerung rege gewordenen nautischen Bestrebungen von Dupuy de Lome unternommen, welcher das in Fig. 13 abgebildete Schiff entwarf. Nach diesem Project soll dasselbe ein Schiff von 3500 Kubikmt. Ballonvolumen

demselben am 2. Februar 1872 eine gelungene befahrt nach dem Fort Vincennes unternommen . Der Ballon war mit Wasserstoffgas gefüllt, die Gondel trug 14 Personen.

luch in Brünn soll 1873 mit einer ähnlichen Con- tionsform, welche sich Hänlein 1865 batte pa- iren lassen, eine als zufriedenstellend bezeichnete befahrt unternommen sein. Dieses Hänlein'sche iff hatte ebenfalls eine Schwimmblase oder Luft- le, welche jedoch vorwaltend den Zweck erfüllte, Ballon auch bei Entnahme von Gas straff zu er- en. Eine solche Entnahme von Gas fand aber ctipiell ununterbrochen statt, weil die Betriebs- chine der Schraube, der hauptsächlichste Gegenstand Patents, eine Gaskraftmaschine nach der in Fig. 2 Taf. 31 dargestellten Lenoir'schen Construction, je- in völlig anderer Bauart war, nämlich aus vier indern bestand und behufs Erzielung möglichster htigkeit vielfach hohle Maschinenorgane hatte. Die ch den zum Maschinenbetriebe verwendeten Gas- uft des Ballons entstehende Verminderung an Steig- t sollte im wesentlichen durch die Verdunstung des Kühlen der Maschinencylinder benutzten Wassers im übrigen durch Auswerfen von Ballast aus- lichen werden.

Neue Experimente sollen vorbereitet werden, ebenso andererseits an der Herstellung eines derartigen, ch mit calorischer Maschine ausgerüsteten Luftschiffs a Vernehmen nach in Wien gearbeitet wird.

Alle die nach dieser Richtung hin angestellten Ver- he haben die Ueberzeugung beigebracht, daß die bei wendung von motorischen Vorrichtungen benutzten euerruder bei Windstille eine völlig genügende Lenkung Luftschiffs bewirken lassen, sodaß eine Bewegung h jeder gewünschten Richtung erzielt zu werden ver- g. Auch will man in ruhiger Luft und bei mäßigem nde befriedigend rasch fortgekommen sein. Allein ächtliche Luftströmungen erwiesen sich noch als un- vinnbar und ebenso ließ die Tragkraft sehr viel wünschen übrig. Dieselbe wurde zum größten Theil hwächt durch das Gewicht des Motors. Die Lösung Problems der Construction eines Motors, welcher erforderliche Betriebskraft äußert und doch be- tend leichter ist, als die jetzt existirenden es sind, t daher die Frage der praktisch verwendbaren Lenk- keit der Luftschiffe ihrer Lösung bedeutend näher. besonders leichtes Material ist Aluminium, jedoch en zu geringer Festigkeit erfolglos versucht worden. Der erwähnte Hänlein hält die Gaskraftmaschine den in dieser Beziehung am meisten qualificirten tor, und die Anwendung von durchweg hohlen Be- dtheilen zum Bau dieser Maschine, wodurch nicht a nur dem Skelet der Vögel mit dessen hohlen chen nachgeahmt, sondern ein sehr wahrer Ana- ch der Festigkeitslehre befolgt wird, zur weitern samsten Herabminderung des Gewichts in hervor- endem Grade geeignet. Auch beträgt der Gas- rauch für die Pferdestärke stündlich nur 2 Kubikmt., ß der Füllungsgehalt von etwa 4000 Kubikmt. t sobald wesentlich vermindert werden würde. In That möchte sich eine calorische Maschine von her Leistungsfähigkeit nicht so gewichtslos, als eine maschine, herstellen lassen und bei einer Dampf- chine muß ein schwerer, gefüllter Kessel mitgeschleppt den. Jedoch ist, später berichtetermaßen, nach dieser tung schon Erstaunliches geleistet worden.

2. Flug- oder Fliegmaschinen.

Schon vor Erfindung der Luftballons und noch figer nach derselben ist das Problem des Aufsteigens in die Luft und der Fortbewegung in diesem Elemente mittels einer Flugmaschine versucht worden. Jedoch erst neuerdings wurden statt der thörichten Projecte dieser Art ernstere und auf wissenschaftlichen Grundsätzen beruhende Unternehmungen ins Leben gerufen, ja es ist sogar dahin gekommen, daß einige aëronautische Vereine die Anwendung des Ballons gänzlich fallen gelassen haben und das Heil für die Luftschiffahrt nur in den Fliegmaschinen finden zu können vermeinen.

Nachdem die sanguinischen Hoffnungen, welche bei Erfindung der Aërostaten an deren bahnbrechende Einwirkung auf die Entwickelung der Aëronautik geknüpft wurden, durch das Fehlschlagen der Tausende von unternommenen Versuchen tiefergehend erschüttert sind, hat man sich bei ruhigerer Ueberlegung gesagt, daß die Analogie des Fisches, der im Wasser schwimmt, und des Menschen, der mittels des Ballons in der Luft sich bewegt, nur sehr schlecht paßt und eher entmuthigend, als ermunternd ist.

Die mit Blitzesschnelle selbst gegen die Strömung dahinschießende Forelle, der auf der Lauer auf Beute regungslos in der Schwebe sich erhaltende Hecht und ebenso alle übrigen Fische bewegen sich und leben in einem Medium, mit welchem ihr Körper in fast genauem specifischen Gleichgewicht steht, ohne demselben bei der Bewegung eine nennenswerthe Fläche und demnach eine namhafte Widerstandswerthe darzubieten. Ein mit Menschen belasteter Ballon muß dagegen ein so sehr beträchtliches Volumen erhalten, daß der Widerstand desselben in der dem specifischen Gewichte nach 830 mal vom Menschen übertroffenen Luft relativ äußerst enorm wird, weshalb der Ballon wol zum Aufsteigen und Schweben eine Unterstützung darbietet, aber für das Fortbewegen gegen Luftströmungen zu einem äußerst erschwerenden Hemmniß wird, selbst wenn anstatt der Kugel- oder Birnenform die zweckmäßigere Cigarren- oder Fischform in Betracht kommt.

Dagegen fällt die Analogie des fliegenden, d. h. in der ruhigen oder auch strömenden Luft sich bewegenden Menschen mit dem Vogel, dem Insekt, der Fledermaus, ungleich hoffnungserweckender aus.

Die genannten Fliegthiere haben zu dem Medium der Luft ein ziemlich gleich ungünstiges Gewichtsverhältniß, wie der Mensch. Die Natur weist daher auf die Nachahmung jener Thiere hin. Der Bau von deren Körpern, von deren Flügeln, deren Muskeln, wurde daher genauer untersucht; es wurde das Verhältniß zwischen Körpergewicht, Flügelfläche, Flügelschlag, Fluggeschwindigkeit festgestellt.

Nach dieser Richtung hin sind sogar von vielen wissenschaftlichen Corporationen und einzelnen Gelehrten, wie Fresenius, Brechtl, Strauß, Kargl u. s. w., mittels höchst sinnreich und geistvoll erdachter Meßapparate bereits sehr interessante Beobachtungen angestellt worden. Beispielsweise fand Brechtl, daß die in jeder Secunde gemachte Anzahl von Flügelschlägen bei:

dem Sperling		6—9,
der Taube		4—5,
der Saatkrähe		2,—4,
dem Steinadler	schwebend	1,46,
	fliegend	2—3,

betrage, während die auf 1 wiener Loth (= 17½ Gr.) des Körpergewichts reducirte Flügeloberfläche bei:

dem Sperling . .	8	wiener Quadratzoll,
dem Thurmfalken	4,78	„ „
der Taube . .	3,65	„ „
dem Steinadler	3,4	„ „
dem Seeadler .	3,15	„ „
dem grauen Geier	2,1	„ „

ausmache. In gleicher Weise theilt Marey mit, daß die in jeder Secunde ausgeführte Anzahl der Flügelschläge bei der:

Wasserjungfer	28
Wespe	110
Biene	190
Hummel	240
Fliege	330

betrage, während Kargl aus dem mittels des Klaviers bestimmten Ton, welchen das summende Geräusch des Flügelschlags einer Stubenfliege erregte, jene Anzahl zu 156 berechnete, und das Gewicht der beobachteten Fliege zu 44 Milligr., sowie die Länge und Fläche von deren Flügel zu 8 Mmt. und 20 QMmt. feststellte.

Durch Abschätzung hat man ferner gefunden, daß ein sechspfündiger Steinadler beim gewöhnlichen Fluge nicht mehr als $^1/_{80}$ und bei außergewöhnlichen Leistungen $^1/_{20}$ Pferdestärken Betriebskraft ausübe, und hat hieraus gefolgert, daß der Mensch, welcher bei fortgesetzter Arbeit am Hebel $^1/_{15}$ Pferdestärke, an der Kurbel und am Göpel $^1/_8$ und am Tretrad deren $^1/_6$ zu äußern vermag, jedoch sitzend unter alleiniger Aufbietung seiner Muskelkraft ungleich weniger leisten würde, zur Bewegung eines ihn tragenden Fliegapparates 2 Pferdestärken leisten müsse.

Hiernach kann daher eine Flugmaschine keineswegs von dem mit derselben in Verbindung gebrachten Menschen selbst bewegt, sondern nur durch Zuhülfenahme eines Motors betrieben werden.

Dieser Motor darf jedoch im Verhältniß zu seiner Leistung kein beträchtliches Gewicht haben, und ebenso muß der angewendete Flügel- oder sonstige Bewegungsmechanismus möglichst leicht sein.

In gebührender Würdigung dieser unter allen Umständen zu erfüllenden Vorbedingungen, sowie auch in Erkenntniß der Thatsache, daß die Construction der Locomotive mit ihren Treibrädern als Fortbewegungsorganen nicht eine schablonenmäßige Nachahmung des mit Beinen fortkommenden Zugthiers ist, und daß daher auch nicht der Flügel des Vogels nachgeahmt zu werden brauche, sondern statt desselben ein Schraubenpropeller angewendet werden könne, hat die Aëronautical Society of Great Britain zur Förderung der Sache Preisconcurrenzen ausgeschrieben für die leichteste Kraftmaschine und für den leichtesten, jedoch ohne Ballon wirkungsfähigen Flügelapparat oder Propeller.

In der That wurden in Anlaß hiervon an die 80 diesbezügliche Gegenstände theils in Zeichnung, theils in Modell, theils in Ausführungsform eingeliefert und im Jahre 1868 zur öffentlichen Ausstellung gebracht. Eine Dampfmaschine, welche bei 2 Zoll Cylinderdurchmesser und 3 Zoll Hub, mit 7 Atmosphären Spannung bei 300 minutlichen Umdrehungen eine Leistung von 1 Pferdestärke entwickelte und nur 13 Pfund, einschließlich des wasserleeren Kessels, sowie 16 Pfund mit Propeller wog, konnte mit dem Preise gekrönt werden. Dieselbe lieferte zufolge dieser Angaben das günstige Verhältniß von $^1/_8$ Pferdestärken für jedes Kilogramm ihres Gewichts sammt Propeller, während nach Maßgabe der weiter oben angeführten Verhältnisse der Steinadler nur $^1/_{60}$—$^1/_{240}$ und der Mensch nur $^1/_{600}$ Pferdestärken für jedes Kilogramm seines Körpergewichts zu äußern vermag.

Auf jener Ausstellung war ferner das von jenem Erfinder Kaufmann eingelieferte Modell der auf Taf. [illegible] Fig. 14 abgebildeten Flugmaschine vertreten, welche nachfolgend angegebene Dimensionen erhalten sollte.

Der kesselartige Hauptkörper, welcher eine Dampfmaschine von 40 nominalen Pferdestärken in sich bergen sollte, war in einer Länge von 3,6 Mt., einer größten Höhe von 1,35 Mt., einer größten Breite von 1,5 Mt. projectirt, während die Flügel, denjenigen der Schwalbe nachgeahmt, jeder eine Länge von 10,5 Mt. und eine Oberfläche von 22 QMt. erhalten und das Gewicht der gesammten Maschine 3180 Kilogr. betragen sollte.

Mittels der von der Dampfmaschine durch Anwendung eines in der Abbildung ersichtlichen Hebelmechanismus zu bewegenden Flügel sollte diese Flugmaschine mit einer Geschwindigkeit von stündlich 40 engl. Meilen bei ruhiger Luft in Betrieb genommen werden können und als Zugmaschine (wie eine Locomotive) zur Fortbewegung eines, aus einem Tender- und drei Personen-Luftschiffen bestehenden Trains dienen.

Die einzelnen, den Schwanz bildenden Ruder sollten behufs einer wirksamern Steuerbarkeit [illegible] nach verschiedenen Richtungen zu bewegen sein.

Das zusammenschiebbare, in der Abbildung [illegible] seiner ganzen Länge herabhängende Pendel diente zum Zweck eines Horizontalhaltens der Maschine [illegible]. Die vier Räder sollten zum Fortfahren der [illegible] auf der Erde nach stattgehabter Landung dienen.

Das ausgestellte Modell von nicht ganz [illegible] Gewicht wurde in Thätigkeit durch einen [illegible] von 10 Atmosphären gesetzt, jedoch zu Gunsten ungestörtern Beobachtung bei einer seine Fortbewegung verhindernden Belastung derartig, daß nur [illegible] in Activität gelangten. Dieselben sind nach [illegible] Reihen von Schlägen zerbrochen und haben [illegible] lassen, daß ihre Construction verbessert werden müsse. Von dem Erfolg der in diesem Sinne [illegible] sichtigten und überhaupt auf das ganze Fach erstreckenden Bestrebungen ist noch nichts [illegible].

Dagegen wurde von Professor Kargl nachgewiesen, daß die bisherigen zur Ermittelung der [illegible] hältnisse der Fliegthiere angestellten Rechnungen [illegible] seien und die Möglichkeit der Lösung des [illegible] in erheblich zu günstigem Lichte erscheinen lassen, [illegible] zum Beispiel der obenangeführte Steinadler [illegible] wiener Pfunden (3,37 Kilogr.) seinen Flug [illegible] $^1/_{80}$—$^1/_{90}$ Pferdestärken bewirken könne, [illegible] allein zum Schweben mindestens $^1/_8$ Pferdestärken üben müsse.

Ebenso wurde von demselben rechnungsmäßig gestellt, daß eine Flugmaschine, welche das erwähnten Steinadler zukommende Flügelmaterial Gewichtsverhältniß erhalte, für jede abzuleistende Pferdestärke nur 9 Kilogr. Gewicht haben dürfe, allein das Wasser, welches stündlich von construirten Maschine pro Pferdestärke verbraucht, 8 Kilogr. beträgt und für Maschinen, welche einer möglichsten Gewichtsverminderung geht, auf mindestens 16—20 Kilogr. geschätzt [illegible] so sind hiernach die Hoffnungen [illegible] des Problems wiederum auf nebelgraue [illegible] wiesen.

Chemische Technik.

Bearbeitet

von

Dr. Friedrich Schoedler
Director der großherzoglich hessischen Realschule in Mainz

Inhalt.

Seite

Einleitung 3
Eintheilung der Chemie 5
Das chemische Laboratorium (Tafel 1). . . 5
Der chemische Apparat (Tafel 2 und 3) . . . 8
1. Heizapparate 9
2. Trockenapparate 10
3. Hülfsapparate 10
4. Destillirapparate 11
5. Analytische Apparate 11
Die Elemente und ihre Verbindungen . . 14
Aus der unorganischen Chemie (Tafel 3 bis 7) 15
1. Sauerstoff 15
2. Wasserstoff 15
3. Stickstoff 19
4. Schwefel 20
5. Phosphor 23
6. Arsen . . . . . .
7. Kohlenstoff . . . . . .
8. Chlor . . . . . .
Chemische Technologie der Metalle (Tafel und 7) . . . . . .
Chemische Technologie der organischen Verbindungen (Tafel 8 bis 10) .
1. Bierbrauerei . . . . . .
2. Branntweinbrennerei und Spiritusfabrikation
3. Essigfabrikation . . . . . .
4. Zuckerfabrikation . . . . . .
A. Rohrzucker . . . . . .
B. Rübenzucker . . . . . .
5. Brotbereitung . . . . . .
6. Brotfabrikation . . . . . .

Einleitung.

Die uns umgebende Körperwelt ist fortwährender vielfacher Veränderung unterworfen. Die Gewässer n Gestein aus dem Gebirg und zertrümmern dafür, indem sie es abwärts wälzen, zu Geröll und d; das Wasser selbst, indem es beim eintretenden ter mehr und mehr erkaltet, erstarrt endlich zu Eis. Wärme des Frühlings gibt ihm jedoch wieder seine figkeit, ja sie ist im Stande, das Wasser zu verten, es in Dampf zu verwandeln. Doch derartige inderungen an der Körperwelt sind nur äußerliche, esentliche, auf Form und Zusammenhang sich erstreckende; das Sandkorn bleibt als ein Bruchtheil des eins, Wasser bleibt Wasser, sei es fest, flüssig dampfförmig.

Wenn wir dagegen unsere Oefen mit Holz oder Kohle n, so wird das Brennmaterial vollständig verzehrt; heint verschwunden aus dem Bereich der Körper. Der Most schmeckt süß, weil er Zucker enthält; indem er in Gährung geräth, bildet sich Wein- und der Zucker verschwindet. Wir nennen die veränderte Flüssigkeit Wein. Aber in gelinder ne dem Luftzutritt ausgesetzt, geht der Wein über sig; an die Stelle des Weingeistes ist Essigsäure en.

s sind tief eingehende oder wesentliche Veränderungen welche in den letztgenannten Beispielen die Stoffe n, und es ließen sich unzählige ähnliche Erscheinungen anführen, deren Gesammtbetrachtung den Gegenstand eines besondern Zweigs der Naturwissenschaft, Chemie, ausmacht. Indem die Chemie dem Beispiel der im Bereich der Materie vorgehenden lichen Veränderungen nachforscht, gelangt sie zur Einsicht der Natur der Körper selbst und zu den Gesetzen, nach welchen jene Erscheinungen sich vollziehen. Geschichtliches. Als bezeichnendes Merkmal des Jahrhunderts wird der Aufschwung betrachtet, den Naturwissenschaften in seinem Verlaufe genommen und ganz vorzugsweise gilt dies von der Chemie. Ja sie wird als die jüngste aller Naturwissenschaften angesehen, als ein Kind der letztvergangenen Zeit, dessen Ausbildung sich fortsetzt in der Gegenwart.

Sehen wir nach den Anfängen chemischer Wissenschaft im Alterthume, so richtet sich der Blick zunächst auf dem hochgebildeten Volke der Griechen. Allein auch wir bei demselben bereits einer staunenswerthen Entwickelung der Begriffe in den Gebieten der Philosophie, der Politik, des Rechts, der Kunst und Wissenschaft begegnen und in der Mathematik sowie in den Gebieten der Mechanik und beobachtenden Astronomie Leistungen vorfinden, haben wir keineswegs Bedeutung, daß chemische Vorgänge Gegenstand Aufmerksamkeit der hervorragenden Geister dieses Volkes gewesen sind.

Gehen wir daher bei einem geschichtlichen Ueberblick der Chemie auch bis in das Alterthum zurückgehen, so geht dies mehr, um Thatsachen als Ideen aus diesem Gebiete aufzusuchen. Letztere verknüpfen sich erst dann mit den im Verlauf der Zeit gemachten chemischen Beobachtungen und Entdeckungen und erheben sich erst ganz spät zum Rang theoretischer Auffassung. Es lassen sich hiernach fünf verschiedene Epochen oder Zeitalter der Chemie bilden, nämlich:

1) Zeitalter der chemischen Kenntnisse der Alten, bis 300 nach Christus;

2) Zeitalter der Alchemie oder Goldmacherkunst, von 300—1325;

3) Zeitalter der medicinischen Chemie oder Jatrochemie, von 1525—1650;

4) Zeitalter der phlogistischen Chemie, von 1650—1775;

5) Zeitalter der analytischen Chemie von 1775 bis zur Chemie der Gegenwart.

Was den Namen unserer Wissenschaft betrifft, so reicht derselbe zurück um 1400 Jahre. Bei Julius Firmicus Maternus, einem römischen Schriftsteller aus dem Anfange des 4. Jahrhunderts, kommen zuerst die Worte „scientia chimiae", also einer Wissenschaft der Chemie vor, die sich auf Operationen beziehen, die auch heute derselben noch angehören. Spätere, insbesondere griechische Schriftsteller schreiben auch: Chemia, Chemeia, Alchemeia und Arneneia. Da das erste chemische Werk aus dem 9. Jahrhundert von Geber, einem Araber herrührt, so leitete man gewöhnlich den Namen Alchymie aus dem Arabischen ab, worauf insbesondere die dem arabischen Artikel entsprechende Vorsilbe al hinzuweisen scheint. Allein man begegnet in alten Schriften auch der Schreibart arquemie und archymie, die man aus ars chymiae entstanden vermuthet; durch die auch sonst in den Sprachen häufige Vertauschung von r und l sei dann aus Archymie endlich Alchymie entstanden.

Mehrfacher Zweifel herrscht ferner über die Bedeutung des Namens Chemie. Einige beziehen denselben auf das griechische Chymos, das Saft bedeutet; nach andern weist er auf Aegypten hin, das auch Chemia, nach seinem schwarzen Erdreich, genannt wird. Hier war auch in der That schon früh eine gewisse chemische Industrie verbreitet, und es mag damit zusammenhängen, daß die Chemie später auch als die ägyptische oder schwarze Kunst, Schwarzkunst bezeichnet wird.

Die Chemie des Alterthums beschränkt sich lediglich auf die Ausübung einiger Gewerbe, die auf chemischen Vorgängen beruhen, worin, wie erwähnt, die Aegypter entschieden hervorragten. Wie insbesondere aus Abbildungen ägyptischer Denkmäler hervorgeht, verstanden dieselben außer der Darstellung und Bearbeitung mehrerer Metalle und Metallgemische auch die von Salmiak, Soda, Kochsalz, Alaun und Glas; sie brannten Ziegel und gemalte Töpferwaaren, kannten Bleiweiß und Grünspan, und bereiteten Essig, Bier, Seife sowie verschiedene Arzneimittel, und besaßen die Kunst, Leichname einzubalsamiren, um sie vor Fäulniß zu bewahren.

Was wir bei den Phöniziern, Juden, Griechen und Römern Aehnliches vorfinden, läßt sich auf ägyptischen Ursprung zurückführen. Wenn China nach Alter und Umfang seiner chemischen Kenntnisse Aegypten über-

trifft, so blieb es doch abgeschlossen und ohne Einfluß auf deren Ueberlieferung und Weiterentwickelung.

Zwar scheint es, als ob die griechischen Philosophen sich bereits mit einer Frage beschäftigt hätten, die noch bis in die neueste Zeit ein Hauptgegenstand chemischer Forschung und Speculation geblieben ist, nämlich die Frage nach den Elementen oder Urstoffen aller Dinge. Allein dieselben gebrauchten das Wort Element in andern Sinne, als gegenwärtig geschieht. Einige verstanden darunter die allgemeine Bedingung, aus welcher die ganze Körperwelt hervorgegangen sei, wie Thales das Wasser, Anaximenes die Luft und Heraklit das Feuer als das Ursprüngliche bezeichnen, während andererseits Aristoteles unter seinen Elementen verschiedene Urzustände oder Grundeigenschaften begreift, aus deren Vorhandensein und Mischung die verschiedenen Eigenschaften und Zustände der Körperwelt hervorgehen. Hiernach sind Feuer, Wasser, Luft und Erde Vertreter von Hitze, Trockenheit, Feuchtigkeit und Kälte, von deren Vorhandensein und Mischung die Eigenschaften der Dinge, wie heiß, kalt, trocken, feucht, schwer, fest, flüssig u. s. w. abhängen. Außerdem findet sich noch die Andeutung eines fünften ätherischen Elements, der essentia quinta, das vielleicht das Geistige vorstellen soll und später Gegenstand eifriger chemischer Nachforschung wurde, wie denn noch jetzt der Ausdruck Quintessenz gebräuchlich ist, um damit den sublimsten Gehalt von etwas zu bezeichnen.

Das Zeitalter der Alchemie datiren wir von dem Auftreten chemischer Schriften, die zuerst in griechischer Sprache abgefaßt, vornehmlich durch die in Europa eingedrungenen Araber uns übermittelt worden sind. Hervorragend und bis ins 16. Jahrhundert in Geltung bleibend sind die Schriften von Geber oder Dschafar, dem vom 13. Jahrhundert an in den andern Ländern Europas als bedeutendere Alchemisten nachfolgen Albertus Magnus, Roger Baco, Arnoldus Villanovus, Raymundus Lullus und Basilius Valentinus. Die Kunst Gold zu machen, insbesondere durch Umwandlung aus unedeln Metallen, ist hier Aufgabe der Chemie. Die Werke sind in einer mystischen, bildlichen, oft ganz unverständlichen Sprache geschrieben, und wenn auch die unermüdlichen und wunderlichen Arbeiten in der genannten Richtung ihr Ziel nicht erreichten, so wurden durch dieselben doch eine ganze Reihe schätzbarer Thatsachen zu Tage gefördert. Von chemischen Producten aus dieser Periode sind zu nennen: Schwefelmilch, Schwefelleber, Soda, Pottasche und Aetzkali, Schwefelsäure, Salpetersäure, Königswasser und Essigsäure, Präparate des Antimons, Quecksilbers, Silbers und Goldes, der Weingeist, Weinstein, Arsenik und das Ammoniak. Die Destillation und Sublimation waren bereits geläufige und vielfach angewendete chemische Operationen.

Im Zeitalter der medicinischen Chemie, das die Periode von 1525—1650 umfaßt, nehmen die alchemistischen Versuche der Goldmacherei ihren Fortgang, ja sie setzen sich fort bis in unsere Zeit, wenn auch mehr in den Hintergrund gedrängt und nur noch in den Händen von Betrügern. Dagegen betheiligen sich nunmehr Aerzte und gelehrte Mönche in hervorragender Weise an chemischen Arbeiten, deren Ziel vornehmlich auf Herstellung eines Universalheilmittels gerichtet war. Als solches wird der Stein der Weisen aufgeführt, der nebenbei noch die Tugend besitzen soll, geringe Metalle in Gold zu verwandeln, und das aurum potabile, die Goldtinctur. Im Gegensatz zu den Aerzten der Alten, die als Heilmittel nur einfache Mittel, wie Pflanzensäfte anwendeten, führt Paracelsus als solche die chemischen Präparate ein; ihm folgen Glauber, der Entdecker des wundertätigen Glaubersalzes, und am Ende der Periode der Antigraf zeichnete Agricola und van Helmont, der die Gase von den Dämpfen unterscheiden lehrte. In den Schriften der Genannten ist ein erheblicher Fortschritt zu erkennen im Gegensatz zu der vorhergehenden labyrinthischen Schreibweise. Insbesondere zeichnen sich aus durch Klarheit und Genauigkeit die Schriften des Agricola über die Hüttenprocesse.

Das Zeitalter der phlogistischen Chemie, ebenfalls ungefähr hundert Jahre umfassend, fällt zusammen mit einer Periode wissenschaftlicher Bewegung, die angeregt durch die vorhergegangenen Entdeckungen neuer Weltheile und gefördert durch die Erfindung der Buchdruckerkunst, eine großartige Umgestaltung der Dinge vorbereiten und bewirken mußte. Bezeichnend dafür sind die Namen von Kepler, Galilei, Torricelli und des Philosophen Bacon von Verulam, der in den Naturwissenschaften den Versuch und die Beobachtung als die allein richtige Methode bezeichnet. Es werden ferner in diesem Zeitraume die Akademien der Wissenschaften gegründet, wichtig für Sammlung und Verbreitung wissenschaftlicher Forschungen durch ihre Zeitschriften. An chemischen Arbeiten betheiligen sich nunmehr zahlreiche Männer aus den gebildeten Ständen, und insbesondere nehmen die Apotheker daran einen ehrenvollen Anteil. Für der Vermehrung, welche die Kenntniß chemischer Thatsachen erfuhr, ist besonders hervorzuheben die Entdeckung der wichtigsten Gase, wie des Sauerstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs, Chlors, Stickstoffoxyds, Kohlenwasserstoffs, der Kohlensäure, schwefligen Säure und des Phosphors, auch verschiedener organischer Stoffe und die Auffindung des Zuckers in einheimischen Gewächsen. Black, Cavendish, Priestley, Bergmann und Scheele betheiligten sich an dieser Entdeckungsdienst. Ihren Hauptcharakter erhält jedoch diese Periode von dem Auftreten der ersten chemischen Theorie, der sogenannten phlogistischen Theorie, welche von zwei ausgezeichneten Aerzten, Becher und Stahl aufgestellt wurde. Dieselbe dreht sich um die Frage, warum Metalle beim Erhitzen an der Luft verkalken (d. i. sich oxydiren), und warum die entstandenen Metallkalke (Oxyde) beim Schmelzen mit Kohle wieder in Metalle zurückgeführt werden?

Zur Erklärung dieser Vorgänge wird die Existenz eines Stoffs angenommen, Phlogiston genannt, der in sehr geringer Menge in den Metallen enthalten ist; beim Erhitzen derselben entweiche er, wodurch sie die metallische Eigenschaft verlieren. Gewisse Körper sind sehr reich an Phlogiston, z. B. Schwefel, Phosphor und insbesondere Kohle. Wird daher letztere mit Metallkalken geglüht, so nehmen diese etwas Phlogiston auf und werden wieder zu Metallen. Diese für die damaligen Standpunkt scharfsinnige Theorie mußte als unhaltbar erweisen, sobald man anfing, die chemischen Processe mit der Wage zu verfolgen, wodurch sich ergibt, daß die Metalle beim Verkalken an Gewicht zunehmen, und daß die Metallkalke bei der Zurückführung in Metalle an Gewicht verlieren, was unmöglich wäre, wenn im ersten Falle Phlogiston entweicht und im letzten aufgenommen wird.

Mit der Einführung der Wage in die chemische Forschung geschieht gegen Ende des 18. Jahrhunderts der Uebergang in die Periode der analytischen Chemie, die vielleicht besser als die der wissenschaftlichen überhaupt bezeichnet worden wäre. Denn nunmehr wird die Chemie nicht lediglich mehr um ihres eingebildeten oder wirklichen Nutzens wegen getrieben, sondern viele widmen sich derselben als einer

stande rein wissenschaftlicher Forschung. Aller-
ist es die analytische Methode, welche von da
eg und Fortschritt vorschreibt, d. h. die genaue
uchung, aus welcherlei Stoffen die Körper zu-
ngesetzt sind, die qualitative Analyse, und
lchen Gewichtsverhältnissen, die quantitative
yse.

ses rationelle Betreiben der Chemie führte einer-
um Begriff der chemischen Elemente, sowie
ermehrung ihrer Anzahl durch fortwährende Ent-
gen bis auf 63, worunter die der leichten
lle von hervorragender Bedeutung war — an-
eits leiteten die Ergebnisse der quantitativen Un-
ungen zur Erkenntniß von Gesetzen, an welche
ne Reihe von Hypothesen, Theorien und Specu-
en anschlossen.

Eingang dieser Periode zeichnet sich Lavoisier
urch seine Widerlegung der phlogistischen Theo-
rmittels der richtigen Erklärung des Oxydations-
Verbrennungsprocesses. Von seinen Zeitgenossen
n wir Fourcroy, Guyton Morveau, Ber-
et, Richter und Klaproth.

e große und stets sich mehrende Reihe der nach-
rden Chemiker, deren viele zu den Lebenden ge-
, bilden, je nach der Richtung ihrer Thätigkeit,
rte Gruppen. Vorzugsweise Analytiker, insbe-
re im Gebiet der unorganischen oder Mineral-
e, sind: Berzelius, Wöhler, Rose, Gmelin,
scherlich, Bunsen und Fresenius. Mehr
Physiko-Chemiker sind ausgezeichnet: Gay-Lussac,
ong, Regnault, Faraday, Davy, Dalton,
ham und Kopp. An der Spitze der Chemiker,
e hauptsächlich die organische Chemie bearbeiten,
n wir Liebig, den Begründer der organischen
yse, und zählen hierher noch Dumas, Gerhardt,
rent, Hofmann, Kolbe und Kekulé.

hllose Entdeckungen von Stoffen, von denen nur
organischen Basen, wie des Chinins, gedacht
, und die ins Unermeßliche sich mehrende Dar-
ng chemischer Verbindungen, stellen der Medicin,
Künsten und Gewerben neue und ungeahnte Hülfs-
l zur Verfügung; sie bilden ferner die Grundlage
heoretischen Chemie, die mit der Lehre von den
ischen Proportionen oder Aequivalenten, der Atom-
Volumtheorie, der Lehre vom Isomorphismus und
der elektrochemischen Theorie, von der Typen-
Moleculartheorie und der Valenz oder Werthig-
der Atome ihren nicht vollendeten Entwickelungs-
antritt. Die Spectralanalyse eröffnet den
in die chemische Natur unerreichbarer Himmels-
r und gestattet die chemische Speculation auch im
iete des Weltraums.

ie Chemie ist nunmehr eine durchaus selbständige
enschaft auch in ihren Vertretern geworden. Bis-
auf der Hochschule einem Professor der Medicin
theilt, besitzen jetzt alle Universitäten und poly-
nischen Schulen besondere Lehrstühle der Chemie
ihr gewidmete Laboratorien. Ueberdies ist die
mie herausgetreten aus der Beschränkung als Fach-
enschaft, sie ist als eins der allgemein bildenden
tel aufgenommen worden in den Lehrstoff der Gym-
en und Realschulen.

Eintheilung der Chemie.

In der Art und Weise, wie unsere Wissenschaft
rbeitet und verwerthet wird, läßt sich dieselbe un-
scheiden in reine Chemie und in angewendete
emie. Den Eingang in erstere bildet die Expe-
nental-Chemie, d. i. ein Vortrag über die che-
mischen Erscheinungen, begleitet von den zum Ver-
ständniß unentbehrlichen Versuchen oder Experimenten.
Als pneumatische Chemie bezeichnete man früher
den von den Gasen handelnden Theil derselben. Die
Experimentalchemie wird eingetheilt in die unorgani-
sche oder Mineralchemie, welche von den Stoffen
handelt, die der unorganischen Körperwelt entnommen
werden, und in die organische Chemie, früher auch
als Phyto- und Zoochemie bezeichnet, welche die
chemischen Verbindungen betrachtet, deren Ursprung
aus dem Bereiche der Pflanzen und Thiere sich ab-
leitet. Der Experimentalchemie geht zur Seite die
analytische Chemie, welche als das A-B-C des prak-
tischen Chemikers anzusehen ist, denn sie lehrt die
Handgriffe und Methoden, welche erforderlich sind, die
Stoffe in ihre Bestandtheile zu zerlegen und die Men-
gen der letztern zu bestimmen. Die theoretische
Chemie hat als Gegenstand die kritische Forschung
und Darstellung der Gesetze, welche aus der Fülle
chemischer Thatsachen sich ergeben, sowie den Versuch,
dieselben auf Grundursachen zurückzuführen; sie wird
hierbei stets mehr oder weniger zur speculativen
Chemie. Ein Theil derselben, der von den Gewichts-
verhältnissen handelt, in welchen die Stoffe sich ver-
binden, hat man als Stöchiometrie bezeichnet.

Die angewendete Chemie setzt selbstverständlich
die reine Chemie voraus, denn sie ist deren Beziehung
und Hülfeleistung im Gebiete anderer Zweige der
Wissenschaft oder der Künste und Gewerbe. In die-
sem Sinne spricht man von einer medicinischen,
physiologischen und pharmaceutischen Che-
mie, von einer technischen Chemie im allgemeinen
und von besondern Zweigen derselben, der Metal-
lurgie oder bergmännischen Chemie, von der
Gärungs- oder Zymochemie, der Farbenchemie
und endlich von landwirthschaftlicher oder Agri-
culturchemie u. a. m.

Das chemische Laboratorium.

(Tafel 1.)

Man hatte sich gewöhnt, seine Vorstellung über das
Aussehen und die Einrichtung eines chemischen Labo-
ratoriums nach den Gemälden der niederländischen
Schule zu bilden, die uns in wiederholten Darstellun-
gen von photographischer Genauigkeit die Scenerie der
Werkstätte eines Alchemisten damaliger Zeit überliefert
haben. Durch diese Bilder ist dieser geradezu eine
typische, romantische Figur geworden. Im schwarzen
Talar und Baret, mit langem weißen Bart sitzt er im
geschnörkelten Sessel, vertieft in den alten Folianten
kabbalistischer Monogramme. Das Laboratorium selbst
ist ein geheimnißvoller, düsterer Winkel, ausgestattet
mit wunderlichem Kram, fremdartige Thiergestalten in
Gläsern und aufgehängt an der Decke, rings umher
mannichfaches Geräthe, Flaschen, Kolben, Phiolen von
seltsamer Form. Aus der dunkelsten Ecke leuchtet unter
dem mächtigen Destillirapparat die feurige Glut, und
man ist des Augenblicks gewärtig, aus der Lohe den
Homunculus, den rothen Drachen oder Salamander
hervorspazieren zu sehen.

Von diesem traditionellen Bilde der alchymistischen
Hexenküche, wo Zaubertränke gebraut und Wunder-
mittel destillirt wurden, ist das heutige chemische La-
boratorium um so mehr verschieden, als man erst
in der neuesten Zeit seinen Zweck klar erfaßt, hier-
nach seine Einrichtung getroffen und seinen Ausbau
vollendet hat. Die Laboratorien dienen heutzutage
vorzugsweise dem wissenschaftlichen Unterricht in der
Chemie, der ohne die praktische Uebung nur in der

Anhäufung eines unfruchtbaren Gedächtnißwerks bestehen würde.

Während im Beginn des Zeitalters der wissenschaftlichen Chemie die Meister in der chemischen Experimentirkunst nur wenigen bevorzugten Schülern ihre Werkstätten öffneten, wie Berzelius in Stockholm, Gay-Lussac in Paris, Rose in Berlin, richtete vor etwa vierzig Jahren Liebig in Gießen zuerst ein öffentliches Universitätslaboratorium ein, das, mit bescheidenen Mitteln begonnen, zur Pflanz- und Musterschule der Methodik in praktischer Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten geworden ist. Seitdem sind ähnliche Anstalten an allen Universitäten und technischen Hochschulen entstanden, und es gewinnt den Anschein, als ob bei einigen derselben die verspätete Herstellung hätte gut gemacht werden sollen durch wahrhaft palastartige Bauwerke mit verschwenderischer innerer Ausstattung.

Das erst im Jahre 1869 vollendete neue Universitätslaboratorium zu Leipzig sollte alle bei den vorhergegangenen Einrichtungen derselben Art gemachten Erfahrungen benutzen und die bewährten Vorzüge in sich vereinigen, und dadurch als eine Musteranstalt sich erweisen. Es ist daher ganz vorzüglich geeignet, in Bild und Wort Zweck und Ausführung eines modernen chemischen Laboratoriums zur Anschauung und zum Verständniß zu bringen. Dasselbe ist mit einem Aufwand von 80000 Thalern nach der Idee und den Entwürfen des zeitigen Dirigenten, des Professors der Chemie H. Kolbe, vom Architekten Zocher erbaut worden.

Die Einrichtung des Laboratoriums ist dahin bemessen, daß darin 130 Praktikanten an hierfür eingerichteten Tischen ebenso viele Arbeitsplätze finden. Es sind ferner für gewisse chemische Arbeiten und Versuche Locale mit besondern Vorrichtungen vorhanden. Ueberdies sind die erforderlichen Säle für die Vorträge, sowie die Wohnräume für den Professor und die Assistenten mit einbegriffen.

An der Hand von Taf. 1, Fig. 1, die das Erdgeschoß, und Fig. 2, welche das obere Stockwerk im Grundriß darstellt, läßt sich nachweisen, in welcher Vollständigkeit diesem Zwecke genügt ist. Betrachten wir zunächst eine Reihe von Einrichtungen, welche in beiden Stockwerken die gleiche ist, so begegnen wir den Arbeitssälen A, A′ mit je vier, resp. je sechs Arbeitstischen, von welchen die des Erdgeschosses für Anfänger bestimmt sind, während im obern Stock die bereits geübten Chemiker arbeiten. Außerdem ist noch eine Anzahl von Arbeitsplätzen an den Fensterpfeilern, Fensternischen und passenden Stellen der Seitenwände angebracht. B B sind geräumige Experimentirzimmer, mit langen Tischen, für solche Arbeiten, die eine Aufstellung von größern Apparaten erfordern. C C sind offene Hallen, die nach Bedarf einen Fensterverschluß erhalten können, während D D gänzlich offene Hallen sind. In diese Locale werden Arbeiten verlegt, bei denen in großer Menge übel riechende oder schädliche Gase und Dämpfe sich entwickeln. E und E sind Zimmer für die Arbeiten mit Schwefelwasserstoff. Dieses abscheulich riechende und in größerer Menge giftig wirkende Gas ist eins der wichtigsten Reagentien, unentbehrlich in der qualitativen und quantitativen Analyse, sodaß es fortwährend in Gebrauch kommt und den Laboratorien älterer Einrichtungen hauptsächlich ihren specifischen Geruch verleiht. Es ist daher mit Recht in ein abgesondertes Gemach verwiesen worden, wohin eine Leitung das Schwefelwasserstoffgas aus einem in dem Kelleerraume befindlichen Gasometer führt, das von Zeit zu Zeit damit gefüllt wird, und aus welchem durch eine einfache Vorrichtung aller überschüssige Schwefelwasserstoff von der großen, stets warmen Feuerung vollständig aufgesogen wird, daß man gar nichts von seinem häßlichen Geruche verspürt. Eine Anzahl von Hähnen stellt es den Laboranten zur Verfügung, was es gewährt diese Einrichtung den doppelten Vortheil von Bequemlichkeit und Ersparniß. In F und F sehen wir kleine Laboratorien für die Vorarbeiten der Assistenten. G und G sind Kammern, worin Reagentien vorräthig gehalten werden. In Erdgeschosse begegnen wir dem Zimmer K, welches als mechanische Werkstätte dient, sodann dem Waagezimmer I, wo seine Wagen aufgestellt sind. Andere Zwecke und zugleich als Bibliothekzimmer dient der Raum K des Oberstocks. Diese Bibliothek ist besonders mit solchen Werken ausgestattet, in denen der Laborant bei seinen Arbeiten sich Raths zu erholen hat.

Auch die pyrotechnischen Arbeiten, wie metallurgische Schmelzungen, lang andauernde Glühungen in sehr hohen Temperaturen, machen besondere Einrichtungen und Einrichtungen erforderlich, mit hinlänglichem Luftzug und feuerfestem Mauerwerk. Solche finden sich in einem hellen gewölbten Raume des Souterrains.

Das Local H (Fig. 2) enthält Vorrichtungen eigenthümlicher Art, die in neuerer Zeit eine wichtige Rolle, vorzugsweise in der organischen Chemie spielen. Die chemische Verwandtschaft zwischen den Elementen und Verbindungen derselben äußert sich in vielen Fällen ganz verschieden, je nachdem dieselben bei gewöhnlichen Temperatur- und Luftdruck-Verhältnissen oder bei lang andauernder hoher Temperatur und hohem Druck aufeinander einwirken. Zu Versuchen der Art werden die betreffenden Stoffe in dicke Glasröhren gebracht, letztere zugeschmolzen und im Oel- oder Metallbade auf 200 — 300° C. erhitzt. Hierbei entsteht, wenn flüchtige Körper vorhanden sind, im Innern der Glasröhre ein außerordentlicher Druck, der nicht selten dieselbe in gefährlicher Weise zersprengt. Zu Vermeidung der Gefahr wird die Glasröhre nochmals in eine eiserne Hülse eingeschlossen. Als Beispiel von solchen chemischer Einwirkungen der Art sind die Anilinfarben anzuführen, von denen viele nur unter den eben beschriebenen Bedingungen gebildet werden.

Der Raum H des Erdgeschosses und M zweite Etage sind Garderobezimmer, worin der Beamte nicht blos Hut, Ueberrock, Schirm ꝛc. ablegen, in der Regel auch einen Costümwechsel vornehmen, die chemischen Arbeiten stets mit Gefahr für die Integrität des Anzugs verknüpft sind. Ein Tropfen Salpetersäure genügt, um einen unvertilgbaren Fleck zu erzeugen, ein Tropfen Schwefelsäure, um ein Loch zu erzeugen, hinlänglich für die Beförderung eines emeritirten Kleidungsstückes zum Laboriprrocke. Das arbeitende Personal bietet nach dieser Metamorphose allerdings eine interessante Mannichfaltigkeit antiquirter Trachten.

Imponirend und ansprechend ist der Eindruck, welcher in den großen Hörsaal M Eintretende empfängt. Derselbe ist von zwei Seiten durch acht hohe Fenster erleuchtet und auf neun terrassenförmig aufsteigenden Bänken und Stühlen 180 Zuhörern gewährt uns den Einblick in dieses ebenso geräumige als geschmackvoll eingerichtete Local. Ueber die Mitte hinweg sehen wir vor uns den großen Demonstrationstisch des vortragenden Professors, bedeckt mit Geräthen der verschiedensten Art. In der Mitte des Hintergrunds befindet sich eine schwarze Tafel, auf welcher derselbe die chemischen Formeln anschreibt und Bilder der sich vollziehenden Zersetzungen und Umsetzungen entwirft. Diese Tafel ist nach Bedarf verschiebbar, wie unser Bild darstellt, wodurch

Nische geöffnet ist, in der die Versuche an-
werden mit übelriechenden Stoffen, ohne Be-
ig der Zuhörenden. Zugleich sieht man in das
Präparirzimmer (N, Fig. 1), aus welchem
sistent nach Bedarf die hergerichteten Apparate
räparate darreicht. An beiden Seiten der Ta-
d die zu den Versuchen erforderlichen Re-
n aufgestellt. Der obere Theil der Rück-
ist in Felder getheilt, auf welchen deutlich
die Namen der chemischen Elemente, mit
ung ihrer Zeichen und Atomgewichte, angeschrie-
d, sodaß sie, stets vor dem Auge des Zuhörers
ch, leicht dem Gedächtniß sich einprägen. In
Mittelfeld ist die Büste des erhabenen Gönners
unst und Wissenschaft, des greisen Königs Jo-
von Sachsen aufgestellt; derselben gegenüber
s Ministers von Falkenstein, der sich hohe
nste um die Förderung der Universität Leipzig
s chemischen Instituts insbesondere erworben hat.
beiden Seitenwänden befinden sich die Büsten der
hähen der Chemie, von Liebig und Wöhler,
von Berzelius und Mitscherlich. Ein reicher
uchter für Gaslicht und drei an Stelle der drei
en in der Decke des Saals über dem Experi-
tisch eingesetzte Gassonnen erhellen bei abend-
Vorlesungen den Hörsaal.

n Vorbereitungszimmern N und N′ benach-
ist der große Saal O, welcher die Sammlungen
scher Präparate und Apparate enthält. Er birgt
igentlichen Schätze der gesammten Anlage, auf-
lt in Glasschränken. Hier finden wir in unge-
er Vollständigkeit beisammen die 63 Elemente, aus
t die greifbare Welt zusammengesetzt ist, und die
sen Combinationen, in welchen dies sich verwirk-
hat. Doch nur das specifisch chemisch gebildete
weiß den Werth des oft unscheinbaren Inhalts
Gläser zu schätzen, die demselben sich darbieten.
a rascher Sprung vom äußersten Süd des Ge-
ts nach dem äußersten Norden führt uns in den
ten Hörsaal P. Daneben befinden sich die Wohn-
mer für Assistenten Q Q′, R R′, S S′. Den
aß bildet das kleine Zimmer T; es steht durch
Fenster in Verbindung mit der Außenwelt und
deshalb zu solchen Versuchen, welche absoluten
chluß des Tageslichts erheischen.

n ähnliches, größeres Zimmer mit schwarzen
den, Fußboden und Decke, mit nur einem Fenster,
es leicht lichtdicht verschlossen werden kann, ist
um obern Stockwerk gelegene Raum Q. Dasselbe
zu photometrischen Messungen und andern op-
n, speciell zu Spectralversuchen. Anknüpfend
einige bereits bekannte Thatsachen haben die
rsuchungen von Bunsen und Kirchhof über den
luß der in einer Flamme befindlichen Dämpfe auf
Spectrum, d. i. auf das farbige Bild, in welches
Prisma den hindurchgehenden Lichtstrahl zertheilt,
unschätzbare Methode ergeben, um die Gegen-
l unendlich geringer Mengen eines Elements zu
nnen, eine Methode, die nicht nur zur Entdeckung
rerer bis dahin unbekannter Elemente führte, welche
rer Erde angehören, sondern die auch gestattet,
r die chemischen Elemente, aus welchen andere Welt-
der zusammengesetzt sind, sichere Anhaltepunkte zu
en. Grund genug, um dieser Methode der Spec-
analyse ein in aller Vollkommenheit ausgestattetes
al anzuweisen.

Die übrigen, mit WW ... bezeichneten Räume des
gschosses machen einen Theil der Wohnung des
ofessors aus, deren übrige Gemächer in Fig. 2
ch die gleichen Buchstaben kenntlich gemacht sind.

Wir sind hiermit wiederum im obern Stock angelangt, wo noch einige Zimmer zu besuchen sind. L ist das Local zur Ausführung der organischen Analyse, nach der Methode, die mit Liebig's Namen unzertrennbar verknüpft ist. Sie beruht im wesentlichen darin, daß die meisten organischen Körper, nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehend, verbrennlich sind. Die Verbrennung derselben aufs vollständigste zu bewirken, die entstehenden Producte aufzusammeln und zu wiegen und somit die quantitative Zusammensetzung der organischen Körper zu ermitteln, ist das Verdienst dieser S. 12 eingehend besprochenen Methode. Zu ihrer Ausführung findet sich hier alles vereinigt und aufs zweckmäßigste eingerichtet.

Neben dem Privatlaboratorium N des Professors befindet sich dessen Sprech- und Geschäftszimmer O. Der Raum P dient dem Professor theils zur Ausführung organischer Elementaranalysen, theils zum Ueberhitzen hermetisch verschlossener Röhren, und enthält außerdem eine dem Chemiker so nothwendige Badevorrichtung mit Wasser- und Dampfleitung. R ist ein zur Aufstellung der Theilmaschine und anderer feinerer Instrumente bestimmtes Local. Endlich erreichen wir das Zimmer S für Gasanalysen. Letztere erfordern eine höchst genaue Abmessung der in Untersuchung befindlichen Gase, und da deren Volumen mit jedem Temperaturwechsel sich ändert, so wurde hauptsächlich darauf Rücksicht genommen, daß dieses Zimmer nach Norden liegend und durch seine Geräumigkeit möglichst unempfindlich ist für Schwankungen in der Temperatur.

Somit hätten wir den Gang durch sämmtliche Räumlichkeiten dieser Stätte des chemischen Studiums beendet. Wir nehmen nunmehr unsern Standpunkt an der Eingangsthüre des Arbeitssaales (Fig. 4) und gewinnen hiermit den Ueberblick über einen Schauplatz reger praktischer chemischer Thätigkeit. In dem geräumigen, hellen Local stehen sechs große Arbeitstische, jeder eingerichtet für vier Arbeiter. Ein breiter Gang trennt die beiden Reihen der Tische, um welche überdies ringsum ein hinreichender Abstand zur bequemen Bewegung zwischen denselben bemessen worden ist. Die gegenüber geöffnete Thüre gewährt eine perspectivische Aussicht durch die ganze Länge des Gebäudes und eine Vorstellung von der beträchtlichen Ausdehnung desselben.

Die Abbildung eines einzelnen Arbeitstisches (Fig. 5) ist von photographischer Genauigkeit, sodaß wir fast im Stande sind, die angehefteten Namen der Laboranten lesen zu können, die aus allen Ländern sich zusammenfinden an dieser zur Zeit ersten Universität Deutschlands. Der Arbeiter findet da auf seinem Werkplatz alles vereinigt, was für die Mehrzahl seiner Versuche erforderlich ist. Gummischläuche liefern ihm bewegliche Gasflammen, und Röhren der Wasserleitung, nach Bedarf, kaltes Wasser; durch ein Becken nehmen alle abfälligen Flüssigkeiten ihren Abfluß. Eine Garnitur von Reagentien steht jedem zur Verfügung und ein einfacher Winkelhacken dient gleichzeitig zur Sperrung der Schubladen und Schränke, worin der Laborant seine weitern Requisiten aufbewahrt. Auf dem mit einer Eichenholzplatte bedeckten Tische sehen wir Apparate der verschiedensten Art aufgestellt, zum Filtriren, Destilliren, Titriren u. s. w. In der Mitte zwischen je zwei Repositorien ist zum Gebrauch für je zwei Praktikanten eine Bunsen'sche Wasserluftpumpe befestigt, an dieser Stelle hauptsächlich zum raschen Filtriren und Auswaschen bestimmt.

Die Methode der quantitativen Analyse unorganisch-

Verbindungen, insbesondere der Minerale, besteht im wesentlichen darin, diese Körper erst in gelösten Zustand zu versetzen und alsdann aus den Lösungen nacheinander die einzelnen Bestandtheile in Gestalt unlöslicher, pulverförmiger Niederschläge auszuscheiden. Ein jeder derartiger Niederschlag muß auf einem Filter gesammelt, von anhängenden Stoffen ausgewaschen, getrocknet und gewogen werden, alles mühsame, viele Sorgfalt und Geduld erfordernde Operationen, die, stets wiederkehrend, sich äußerst zeitraubend erweisen. Außerordentlich vereinfacht und abgekürzt werden dieselben, wenn das auf den Niederschlag gegossene Wasser, mit einem verstärkten Druck auf denselben wirkend, die von ihm zurückgehaltene Lösung gewaltsam verdrängt. Hierbei wird von dem atmosphärischen Drucke in folgender Weise Anwendung gemacht. Das Filter von Fließpapier, welches bestimmt ist, den Niederschlag aufzunehmen, wird mit seiner Spitze in einen unten im Trichter eingesetzten Hohlkegel von Platinblech eingepaßt, und wird überall an die Wandung des Trichters fest angelegt. Hierdurch wird das Zerreißen des Filtrirpapiers verhindert, wenn das Wasser unter starkem Druck dasselbe durchdringt. Der Platinkegel paßt auf das genaueste in den Glastrichter T, Fig. 6, der vermittels eines durchbohrten Korkes luftdicht in den Hals eines Kolbens K von starkem Glas gesteckt ist. Ein zweites durch den Kork gehendes Glasrohr steht durch ein Kautschukrohr R in Verbindung mit einer Vorrichtung, welche die Luft in dem Kolben verdünnt. Sobald dies geschieht, drückt die Luft die mit dem Niederschlag auf das Filter gebrachte Flüssigkeit in einem Strahle aus der Spitze des Trichters, und in gleicher Weise das wiederholt aufgegossene Waschwasser, sodaß in einigen Minuten das Geschäft der Auswaschung vollendet ist, worauf der Niederschlag mit dem Filter herausgenommen, geglüht und gewogen werden kann.

Da der Luftdruck zuweilen den Kolben zersprengt, so wird derselbe in eine Art Becher B von Blech eingestellt und dessen Oeffnung mit Tuch bedeckt, was das Umherschleudern von Glassplittern verhindert.

Die Luftverdünnung im Kolben durch eine gewöhnliche Luftpumpe zu bewirken, erweist sich nicht zweckmäßig, da der in den Waschwassern häufige Gehalt von Säuren, Schwefelwasserstoff u. a. m. die Metalltheile der Maschine angreifen würde. Man bedient sich dazu besser jener Bunsen'schen Wasserluftpumpe. Es genügt zu diesem Zwecke, das vom Kolben abgehende Kautschukrohr luftdicht mit dem Behälter in Verbindung zu setzen, aus welchem Wasser in einem Rohr mit einer Fallhöhe von 10 — 12 Meter ausfließt und hierdurch die Luft aus dem Kolben saugt.

Zum Schluß noch einige Worte über Heizung und Ventilation sämmtlicher Arbeitsräume. Erstere geschieht mittels heißer Wasserdämpfe, die von einem im Souterrain liegenden Dampfkessel durch ein System eiserner Röhren nach etwa 30 einzelnen Localitäten sich verbreiten und dieselbe in angenehmer und leicht zu regulirender Weise erwärmen. Aus derselben Quelle wird auch der für die Wasserbäder und Trockenschränke erforderliche Dampf gezogen und zugleich das destillirte Wasser geliefert. Im Sommer werden letztere aus einem zweiten kleinern Dampfkessel gespeist.

Die Ventilation wird bewirkt durch weite Züge, welche frische, im Winter gewärmte Luft von außen herbeiführen, und ebenso weite Schornsteine, welche durch Mündungen in der Nähe des Fußbodens und der Decke des Zimmers die verdorbene Luft beständig auffangen und hinwegführen. Infolge dessen herrscht in den Laboratoriumssälen immer eine reine gesunde Atmosphäre.

Der chemische Apparat.

(Tafel 2 und 3.)

Anspruchslos und unscheinbar, fast ärmlich [illegible] der chemische Apparat sich aus, wenn wir ihn [illegible] gleichen mit dem physikalischen. Welchen Eindruck macht auf den Laien der Besuch eines physikalischen Cabinets! Hinter spiegelnden Glasscheiben schimmern und glänzen ihm ganze Reihen der wundersamsten Apparate entgegen; er erkennt in der feinen Ausführung der Maschinen in Messing und Stahl, [illegible] Holzwerk und Glas Meisterwerke der feinsten Mechanik und in der That berechnet sich der Werth eines solchen physikalischen Inventars auf viele Tausende, denn [illegible] reich ausgestatteten Anstalten reihen sich zwei, drei und mehr Säle aneinander, mit immer neuen Instrumenten.

Von all diesem Glanz hat der Chemiker nichts zu zuweisen; wenn wir ihn überraschen inmitten [illegible] vollsten experimentellen Thätigkeit, dann finden [illegible] seinen Arbeitstisch bedeckt mit allerlei Geräth, [illegible] weder durch Pracht noch durch Kostbarkeit [illegible] Bewunderung erregt. Und wenn er uns in [illegible] seines Reichthums vor die Spiegelscheiben seines [illegible] paratensammlung führt und mit Stolz auf [illegible] weist, so erblicken wir dahinter nichts als Reihen [illegible] Gläsern aller Größe, gefüllt mit Stoffen aller [illegible] Der Blick in die Aufstellung einer Apotheke [illegible] Materialkrams ist davon nur wenig verschieden, [illegible] dennoch verschließen die Behälter der chemischen [illegible] lung die merkwürdigsten Stoffe und Verbindungen, mitunter von größter Seltenheit und Kostbarkeit. [illegible] ist hier in Wirklichkeit eine Musterkarte der Chemie, welt aufgestellt, aus der alles sich aufbaut und [illegible] alles wieder zerfällt im Kreislauf des chemischen [illegible] cesses. Aber es erfordert einen Sachverständigen, [illegible] Kenner, um diese Schätze zu würdigen.

Die Unterhaltungskosten eines großen Laboratoriums und die eines physikalischen Cabinets bemessen [illegible] nach ganz verschiedenen Gesichtspunkten. Die [illegible] richtung für eigentlich chemische Arbeiten ist verhältnismäßig billig, und man reicht hier mit Hunderten [illegible] Thalern weiter, als beim physikalischen Apparat [illegible] so viel Tausenden. Allein während der letztere, einmal angeschafft, jahrelang seine Dienste leistet — man denke an die Luftpumpe, die Fallmaschine, die Hebelwerke [illegible] optischen Instrumente —, findet im chemischen Laboratorium ein täglicher Consum statt. Das chemische Experiment, das seinem Wesen nach in der Umsetzung verschiedener Stoffe besteht, die dabei [illegible] werden, verbraucht und verzehrt fortwährend Material. Es ist wie ein Organismus; es erzeugt neue Stoffcombinationen und scheidet Abfälle aus.

Sehen wir uns nun den chemischen Apparat [illegible] an, so steht das Glasgeräth obenan; es ist [illegible] Universalgeschirr des Chemikers, sei es in Gestalt von Kolben oder Kochflaschen, Retorten, Bechern, Ballons, Glocken, Cylindern, Trichtern, Probirgläsern und [illegible] schen der verschiedensten Art, darunter die sogenannten Wulf'schen, zwei- und dreihalsigen Flaschen, [illegible] Taf. 3, Fig. 16 ein Beispiel ist. Eine ganz besonders wichtige Rolle spielen die Glasröhren; sie bilden [illegible] Kanäle, durch welche der Chemiker den Gasen und Dämpfen ihre Wege anweist, bald um sie zu entfernen, bald um sie zu sammeln. Nicht nur versteht er, [illegible] Glasröhre nach Belieben zu zerschneiden und zu biegen, sondern auch vor der Lampe des Glasbläsers [illegible] dieselbe zu erweichen und aufzublasen zu allerlei [illegible] reich erdachten Formen, deren Fig. 4, 7, 8 und [illegible] rere zeigen.

Aber der zerbrechlichen Natur des Glases verdanken

iche Opfer, besonders durch die Hände der An-
. Es herrscht da ein beständiger Consum und Ersatz.
hst Glas ist Porzellan am häufigsten ver-
meist in der einfachen Form wenig vertiefter
unter Abdampfschalen. Aber es ist vom feinsten
lan; es klingt wie Metall und ist so sorgfältig
t, daß es vom Chemiker unbedenklich auf freies
gesetzt wird. Dann finden sich noch kleine
von Porzellan, sowie Röhren für heftige Glüh-
e.
s bescheidenste Material ist aber der Kork, und
o wichtig. Man hat Chemiker ersten Ranges in
gelinden Enthusiasmus ausbrechen gesehen beim
eines ganz untadeligen, zarten, dichten, poren-
Korkstöpsels. Denn der Kork ist zugleich
ße- und Verbindungsmittel der chemischen Appa-
and man wolle nur seine Verwendung in Taf.
3, Fig. 23 und 18 betrachten, um eine Vor-
g seiner Bedeutung zu gewinnen. Zu seiner
tung hat der Chemiker die Korkpresse, um ihn
hst weich und elastisch zu machen, das überaus
Korkmesser zum Zurechtschneiden, den Kork-
r und die Rundfeile, auch Rattenschwanz ge-
zum Dorchbohren desselben.
r ein gefährlicher Concurrent ist dem Kork ent-
n im Kautschuk, seitdem es gelungen ist, den-
durch einen Zusatz von Schwefel zu „vulkani-
, wodurch er beliebige Grade der Härte und
ität und zwar bei jeder Temperatur anzunehmen
ig. In der That spielt die Kautschukröhre eine
ge Rolle in der Geschichte der Experimentalchemie.
verbindet auf das leichteste und zuverlässigste
mit Röhre (Taf. 2, Fig. 21) und Flasche mit
e (Taf. 3, Fig. 10, 11). Vor dem Kork hat
autschukverbindung den großen Vorzug, daß sie
glichkeit gestattet und somit die Gefahr des Zer-
ns mühsam aufgestellter Apparate beträchtlich ver-
rt. Außerdem wird Kautschuk noch verwendet in
t von Stöpseln, Ballons für Saug- und Spritz-
n und zu sehr praktischen Klemmen oder Sperr-
tungen, Fig. 2, die von ihrem Erfinder den gra-
Namen Quetschhahn erhalten haben.
s, Porzellan, Kork und Kautschuk — das sind
h die Grundelemente der chemischen Experimentir-
und neun Zehntel aller chemischen Operationen,
einsten Art, die zu den hervorragendsten Ent-
gen geführt haben, sind mit Apparaten aus diesen
en Hülfsmitteln ausgeführt worden, denen in
äßiger Zusammenstellung das Prädicat der Ele-
nicht vorenthalten werden kann.
t beiläufig wird ein kostbareres Material in An-
genommen, wie in erster Linie das Platin,
s in den gewöhnlichen höchsten Hitzegraden un-
gbar ist und nur von wenig Substanzen ange-
t wird. Daher verwendet man Tiegel von
t, besonders bei analytischen Arbeiten zu Glüh-
hen; ferner dienen zum Verdampfen Bleche und
en von Platin, und zu verschiedenen Zwecken
ndraht und Platinschwamm.
ch Silber wird in Gestalt von Schalen oder
n Kesseln gebraucht bei Arbeiten, die mit ätzenden
en sich befassen, durch welche Platin, Glas und
llan angegriffen werden. In manchen Fällen
t jedoch blanke eiserne Geräthe gleich guten Dienst.
eckfilber braucht der Chemiker, wenn er
Gasen hantirt, die in Wasser löslich sind — was
ufig gesagt bei allen mehr oder weniger der Fall
In Taf. 2, Fig. 21 sind die ganze Kufe und die
Glocke B mit Quecksilber gefüllt.
ablich, herabsteigend zu den unedeln Metallen, hat
doch auch das Blei gewisse, dem Chemiker werthvolle Eigenschaften; es widersteht insbesondere dem Angriff der Verbindungen des Fluors, und Bleigeräthe dienen daher zu Darstellung und Aufbewahrung der Fluorwasserstoffsäure (Flußsäure), und Bleiröhren sind die unersetzlichen Leitungsröhren für das Leuchtgas.

Da hier und da noch allerlei mechanische Arbeiten vorkommen, die der Chemiker theils an den Stoffen, theils an seinen Apparaten vorzunehmen hat, so fehlt es in seiner Werkstätte nicht an Mörsern und Reibschalen von Eisen, Porzellan, Stahl und Achat, an Hammer, Amboß und Zange, an Säge und Feile, ja auch eine Drehbank mag sich vorfinden zu Schleif- und Bohrarbeiten, und Blasbälge in verschiedenen Dimensionen zur Belebung der Glut bei Kohlenfeuerung u. s. w.

Nach dieser Vorbetrachtung gehen wir nunmehr an der Hand unsers Atlas über zur Schilderung einiger Apparate, und beginnen mit solchen, die zu chemischen Operationen im Allgemeinen dienen, z. B. Heizapparate, während die in ganz besonderen Fällen verwendeten erst dann besprochen werden, wenn von den Stoffen die Rede ist, die ihre Zuziehung erfordern.

1. Heizapparate.

Die Wärme ist ein chemisches Hauptagens, in allen Abstufungen, vom gelinden Wasserbad bis zur höchsten Weißglühhitze. Die Alten hatten ganze Arsenale von Oefen; die allgemeine Verbreitung des Leuchtgases hat hierin eine große Vereinfachung herbeigeführt.

In Taf. 2, Fig. 1 erblicken wir den sogenannten Universalofen für Kohlenheizung. Derselbe ist von starkem Eisenblech, innen mit einem Beschlag von Thon ausgefüttert, etwa 0,5 Meter hoch. Oben ist bei b die Thüre zur Feuerung, unten die Thüre a zur Regulirung des Luftzutritts. Die Daumen d dienen zum Aufsetzen der Kochgeschirre.

Soll dieser Ofen zur Destillation benutzt werden, so wird der Ring Fig. 2 aufgesetzt und in diesen die Kapelle Fig. 3 gehängt. Letztere ist ein kleiner Kessel mit halbrundem Ausschnitt am Rande, zur Aufnahme des Retortenhalses, wie aus Fig. 12 ersichtlich, die einen ganz ähnlichen, aber feststehenden Ofen aus Mauerwerk darstellt. In die Kapelle wird etwa ein Finger hoch Sand gebracht, die Retorte eingesetzt und der verbleibende Zwischenraum mit Sand ausgefüllt. Man nennt eine solche Vorrichtung ein Sandbad.

Zu Glüh- und Schmelzarbeiten in größerm Maßstabe dient der Schmelzofen, Fig. 11, im Durchschnitt abgebildet. Auf die Roststäbe, die hier im Querschnitt erscheinen, wird der Tiegel mit der Schmelzmasse gestellt, ringsum Holzkohle geschüttet und die Feuerthüre geschlossen. Die Stärke des Zugs und der entstehende Hitzgrad hängt von der Höhe des seitwärts mit dem Glühraum verbundenen Kamins ab. Zur Erzeugung der stärksten Weißglühhitze benutzt man eine unter dem Namen des Sefström'schen Ofens bekannte Vorrichtung, Fig. 13. Dieselbe besteht aus einem Cylinder von starkem Eisenblech, welcher unten eine Düse, d. i. Mundstück zum Einblasen von Luft durch einen Blasbalg hat. In den obern Rand des Cylinders wird ein großer Graphittiegel eingehängt, in welchen, zwei Zoll über seinem Boden, 8 kleine Löcher eingebohrt worden sind. Diesen gegenüber, auf einen Untersatz, wird der von glühenden Kohlen umgebene Tiegel gestellt, der die zu schmelzende Masse enthält. Man wählt hierzu einen der sogenannten hessischen Tiegel, die in Groß-Almerode aus unschmelzbarem Thon gefertigt werden.

Es gelingt, in demselben die schwerst schmelzbaren Metalle, wie Mangan, Chrom, Kobalt und Nickel zu schmelzen. Der Sefström'sche Ofen wird jedoch übertroffen und ersetzt durch die Wirkung der Flamme, welche entsteht, wenn in gewöhnliches Leuchtgas ein Strom von Sauerstoff eingeblasen wird. Dieselbe schmilzt Platin mit Leichtigkeit und bringt Silber zum Kochen, sodaß es in Gestalt blauer Dämpfe überdestillirt. Die hierbei verwendeten Schmelztiegel werden aus gebranntem Kalk geschnitten.

Zu Erhitzungen geringen Grades und Umfangs dient die Spirituslampe, Fig. 4. Sie ist meist von Glas, das stets elegant bleibt und leicht den Stand des Brennmaterials erkennen läßt. Ein Baumwollbocht saugt den Weingeist auf, dessen Verdunstung nach gemachtem Gebrauch durch ein aufgesetztes Hütchen verhindert wird. Eine Spirituslampe von starker Heizkraft, die insbesondere zu den Glühversuchen bei Analysen vorzügliche Dienste leistet, ist die Berzelius'sche Lampe mit doppeltem Luftzug, Taf. 2, Fig. 5 und Taf. 3, Fig. 13, 15, 16. Sie besteht nach dem Argand'schen Princip aus einem Rundbrenner und wird aus einem Weingeistbehälter gespeist, der au niveau mit der Lampe communicirt oder, was gewöhnlicher ist, sie in Gestalt eines Ringes umgibt. Dieselbe ist jedoch seit der allgemeinen Verbreitung des Gases mehr und mehr außer Gebrauch gekommen, insbesondere seit Bunsen den nach ihm benannten Gasbrenner, Taf. 2, Fig. 9, construirt hat, durch welchen der Gasflamme der Rauch benommen und eine außerordentliche Heizkraft verliehen worden ist. Dies beruht darauf, daß dem Leuchtgas Luft beigemengt wird, bevor es zum Verbrennen gelangt. Zu diesem Zweck tritt durch seitliche Oeffnungen in den Fuß des Brenners, Fig. 6, Luft ein, mischt sich in dem aufgeschraubten Brandrohr, Fig. 7, mit dem Gas, und wird dann angezündet. Die Verbrennung geschieht hierdurch so vollständig, daß eine fast farblose Flamme entsteht, die daher auch zur Spectralanalyse verwendet wird. Sie ist zugleich so heiß, daß ohne Gefahr Glasgefäße derselben nicht ausgesetzt werden können. Es genügt jedoch, dem Glas ein Drahtnetz als Unterlage zu geben, um die Hitze geeignet zu mäßigen. Schiebt man in das Brandrohr der Bunsen'schen Lampe den Einsatz, Fig. 8, so werden die Luftlöcher geschlossen und man erhält an der spaltförmigen Oeffnung eine schmale, leuchtende und rußende Flamme, welche zu Reductionsversuchen am Löthrohr geeignet ist.

2. Trockenapparate.

Heizapparate besonderer Art sind die Trockenapparate. Sie dienen hauptsächlich, um Stoffe, die der quantitativen Analyse unterworfen werden sollen, bei einer bestimmten Temperatur von allem hygroskopischen Wasser zu befreien, mitunter auch, um selbst chemisch gebundenes Krystallwasser zu entfernen. Eine sehr einfache Vorrichtung der Art zeigt Fig. 14 auf Taf. 2, ein Kasten von Kupferblech mit doppelter Wandung, der durch b mit Oel gefüllt und auf einen Herd oder Ofen, oder über ein Feuer gestellt wird. Ein bei a eingesetzter Thermometer zeigt die Temperatur an. In den innern Hohlraum c bringt man die zu trocknende Substanz und schließt das mit den Abzugslöchern g und h versehene Thürchen. Ganz ähnlicher Art ist die Trockenbüchse, Fig. 16, in welche man das Schälchen mit der Substanz einstellt und den Deckel mit dem Thermometer aufsetzt. Man kann dann die Büchse einer beliebigen Wärmequelle aussetzen. Durch die Oeffnung B entweicht die Feuchtigkeit.

Das ganz einfache Wasserbad besteht aus einer Porzellanschale mit innerm Rand, Fig. 17, die man zur Hälfte mit Wasser gefüllt und in den Ring der Schale gesetzt, welche den einzudampfenden oder zu trocknenden Gegenstand enthält, der in dieser Schale nie über 100 Grad erhitzt wird. Bezweckt man die Anwendung höherer Temperatur, so bedient man sich ganz ähnlicher Metallgefäße, die Oel enthalten (Oelbad). Manche Stoffe zersetzen sich bei der geringsten Erwärmung, und man kann ihnen nur dadurch Feuchtigkeit entziehen, sie austrocknen, daß, sie in einer Schale, Fig. 15, auf ein Gefäß mit Schwefelsäure gestellt werden, worauf man das Ganze mit einer Glasglocke b bedeckt. Die Schwefelsäure saugt alsdann begierig das verdunstende Wasser auf.

Von mehr zusammengesetzter Art ist der Apparat, Fig. 18, dessen man sich zum Austrocknen der Substanzen bedient, die der organischen Analyse unterworfen werden sollen. Der eigentliche, aus Glas bestehende Trockenbehälter c steht nach links mit einem Kolben a, der Schwefelsäure enthält, nach rechts mit einem Wassergefäß d von ziemlichem Umfang in Verbindung. Er wird erhitzt, indem man ihn in das unter einem gebildete Kesselchen einsetzt, das Wasser enthält und man sich über einer Lampe stehend zu denken hat. Sein Deckel hat beiderseits passende Ausschnitte, die nach oben gehenden Schenkel der Trockenröhre. Sobald man durch den Hahn e Wasser ausfließen läßt, entsteht eine Luftbewegung durch den ganzen Apparat, indem durch das Rohr b Luft eintritt und durch die Schwefelsäure gehend ihre Feuchtigkeit verliert und über die in c befindliche Substanz hinstreicht, dieselbe austrocknet. Von Zeit zu Zeit läßt man den Trockenapparat c bei g und f aus und wiegt ihn. Ist derselbe keine weitere Abnahme an Gewicht erfahren, so ist die darin enthaltene Substanz vollkommen trocken.

3. Hülfsapparate.

Noch begegnen wir im Laboratorium Hülfsapparaten verschiedener Art. Ein solcher ist Taf. 2, Fig. 1, abgebildet und kann mit seinen verschiedenen Theilen ein Universalträger genannt werden. Der Fuß dieses theils aus Holz, theils aus Eisen gefertigten Gestells ist gewöhnlich mit einer Porzellanschale bedeckt, die stets reinlich gehalten werden kann. Der Ring des untersten Armes b dient zum Aufsetzen von Abdampfschalen über eine Spirituslampe, oder eines Trichters beim Filtriren; zwischen die Zacken des Ringes c wird ein Tiegel bei Glühversuchen gehängt; zum Aufsetzen kleiner Schalen, Kölbchen dienen Dreifüße von verschiedener Größe, bei d eingeklemmt werden. Die oberste Stange endlich ist ein sogenannter Retortenhalter. Seine mit Kork gefütterten Arme n n, welche durch Schrauben i und l geschlossen und geöffnet werden können, wird je nach Bedarf der Hals einer Retorte oder einer Glasröhre u. s. w. eingeklemmt. Durch die Schraube f kann der Halter sowol in vertikaler, auch in horizontaler Richtung nach Bedürfniß gestellt werden; derselbe ist ferner um seine Achse zu der die Schraube g gehört, drehbar. Diese dreifache Beweglichkeit macht es möglich, jede beliebige Hand in jeder beliebigen Lage für Operationen zu verwenden. In der Praxis findet man diese vier verschiedenen Vorrichtungen auf mehrere Apparate vertheilt.

Fig. 22 zeigt ein hölzernes Filtrirgestell einfachster Art. Die Filtration ist eine der wichtigsten chemischen Operationen und bezweckt die Trennung einer Flüssigkeit von den in ihr schwebenden Körpertheilchen. Es geschieht dies, indem man

ein sogenanntes Filter gießt, ein konisch gefal- Fließpapier, das in einen Glastrichter paßt und dessen Spitze die durchgeseihte, oder wie man sagt rirte Flüssigkeit vollkommen klar abtropft. Auf Filter verbleiben die festen Theile, entweder als chloser Rückstand, oder dieselben bilden die Haupt- e, wie z. B. in chemischen Analysen, wenn Stoffe Niederschläge ausgeschieden worden sind und als- n gesammelt und genau gewogen werden sollen. diesem Falle muß der auf dem Filter befindliche stand vor dem Trocknen sorgfältig ausgewaschen den. Dies geschieht durch öfteres Aufgießen von em Wasser, und hierzu findet meist die Spritz- sche Verwendung. Dieselbe hat entweder wie Fig. die Einrichtung des aus der Physik bekannten ronballs und besteht aus einer kleinen, mit Wasser b gefüllten Flasche, in welche eine Glasröhre ein- aßt ist, durch die in angegebener Haltung stark Luft geblasen wird. Sobald dies aufhört, treibt die erbalb verdichtete Luft einen kräftigen Wasserstrahl dem Spritzrohr. Bequemer ist jedoch die in Fig. abgebildete Spritzflasche, deren Spritzröhre unter asser bis fast zum Boden reicht, während die Luft ch ein zweites kurzes Mundstück, eingeblasen wird den Wasserstrahl herausreibt. Damit man er- derlichenfalls auch siedendes Wasser verwenden kann, eine aus Draht gefertigte Handhabe angebracht.

4. Destillirapparate.

Von den Destillirapparaten, diesem Haupt- mud und Wunderwerk der alten Laboratorien, ist den modernen nur weniges zu sehen. Alle Arbei- t, die massenhafte Destillationen erfordern, werden betreffenden Industrie überlassen, wie dies später eigt wird. Die einfachste Destillirvorrichtung besteht s der Retorte, die in der bereits beschriebenen Sand- pelle, Taf. 2, Fig. 12, sitzt und ihren Hals in den des rliegenden Kolbens einführt, der bestimmt ist, das oduct der Destillation, Destillat genannt, aufzu- hmen. Ein solcher Apparat ist jedoch nur verwend- r bei Flüssigkeiten, die, wie z. B. Salpetersäure er Schwefelsäure, eine geringe Flüchtigkeit besitzen, daß es zur Verdichtung ihrer Dämpfe genügt, den lben in eine Schüssel mit öfter erneuertem Wasser er Schnee zu legen.

Handelt es sich aber darum, sehr flüchtige Flüssig- iten, wozu wir Weingeist und Aether rechnen, der De- llation zu unterwerfen, so bedient man sich des Liebig'- en Destillirapparats, Fig. 23. Die Retorte sitzt auf einem Ofen, mit aufwärts gerichtetem Halse, s welchem daher nur Dampf durch ein Verbindungs- ck i in eine ziemlich lange und weite Glasröhre a a ntweichen kann. Dieselbe dient als Condensator, h, zur Verdichtung des Dampfes zu Flüssigkeit, ch ist zu diesem Zweck vermittels zweier Korke in n weiteres Blechrohr eingefügt, in welches aus einem ehälter durch ein Zuleitungsrohr e beständig kaltes asser einfließt, während das warm gewordene durch l ab- eßt. Das Destillat gelangt durch den Schnabel b' in s zur Aufnahme dienende kleine Kölbchen. Dieser aus- zeichnete Apparat gestattet bei jeder Temperatur die estillation selbst der flüchtigsten Stoffe ohne jeden Verlust.

5. Analytische Apparate.

Wir verlassen nunmehr das Gebiet der allgemein rwendbaren chemischen Apparate, um unsere Betrach- ngen einigen andern zuzuwenden, die in ganz be- ndern Fällen der chemischen Analyse Anwendung nden und die gewählt worden sind, um einen Ein- sicht in die mancherlei Combinationen zu gestatten, welche durch die verschiedenen Eigenschaften der Körper hervorgerufen werden, deren Menge einer genauen Ermittelung unterworfen werden soll.

Da sehen wir zuerst auf Taf. 2, Fig. 19 einen Apparat zur Bestimmung von Kohlensäure, ein Meisterstück der Glasbläserkunst. Beispielsweise soll aufs genaueste ermittelt werden, wie viel Kohlensäure in einer abgewogenen Menge von doppeltkohlensaurem Natron enthalten ist. Man bringt dieses in den kleinen Kolben A und fügt etwas Wasser hinzu, worin es sich auflöst. Der mit verdünnter Salpetersäure gefüllte Einsatz C paßt luftdicht in die Oeffnung a des Kolbens; nachdem er in dieselbe eingefügt worden ist, füllt man den Schenkel B zur Hälfte mit Schwefelsäure und verschließt die Röhre b oben mit etwas Wachs. Die ganze Vorrichtung wird nunmehr gewogen, worauf man die Röhre b durch den Kork i ein wenig in die Höhe dreht, sodaß die Spitze des Einsatzes bei c geöffnet wird und Salpetersäure in den Kolben fließt. Hierdurch wird das kohlensaure Natron zersetzt; die Kohlensäure wird frei und nimmt, der gekrümmten Röhre h folgend, den Weg durch die in B befindliche Schwefelsäure, die ihr alle Feuchtigkeit entzieht, und entweicht endlich aus d. Durch Kochen des Kolbeninhalts sowie durch Saugen bei d, nachdem man das Wachs von der Mündung der Röhre b hinweggenommen hat, wird alle Kohlensäure aus dem Apparat entfernt, der nunmehr wieder gewogen wird. Die Abnahme seines Gewichts entspricht dem Gewicht der entwichenen Kohlensäure.

Eine der schwierigsten Aufgaben ist unter Umständen die genaue quantitative Bestimmung der Salpetersäure. Wir versuchen eine für diesen Zweck zwar verwickelte Methode zu beschreiben, die sich aber unter andern bei der Untersuchung des Salpetergehalts im Tabak bewährt hat. Dieselbe beruht auf dem Princip, daß Salpetersäure beim Erhitzen mit Eisenchlorür in Stickoxydgas verwandelt und daß letzteres, mit Sauerstoff zusammengebracht, wieder in Salpetersäure zurückgeführt wird. Zur Ausführung der Operation bringt man das gelöste salpetersaure Salz in den Ballon A, Fig. 21, der durch ein Kautschukrohr mit einer Glasröhre bb, hier punktirt, verbunden ist, an deren Ende wieder eine Kautschukröhre cc befestigt ist. Nachdem durch Kochen des Inhalts von A alle Luft ausgetrieben ist, taucht man c in eine Lösung von Eisenchlorür in Salzsäure, worauf diese in den Ballon steigt. Man verschließt das Kautschukrohr c mit einer Klemme von Eisendraht und führt es in der mit Quecksilber gefüllten Wanne unter die kleine, ebenfalls mit Quecksilber gefüllte Glasglocke B. Man setzt jetzt die Lampe wieder unter A und bewirkt hierdurch die Zersetzung der Salpetersäure in Stickoxydgas, nach deren Vollendung die Klemme am Ende der Kautschukröhre c geöffnet und das Stickoxydgas in die Glocke B geleitet wird. Ein wenig Kalkmilch, die man in dieselbe steigen läßt, dient, um etwa beigemengte saure Dämpfe zu entfernen. Es handelt sich nunmehr darum, das Gas in den Ballon C überzuführen; derselbe enthält etwas Wasser, welches man längere Zeit kochen läßt, damit alle Luft ausgetrieben wird, worauf man das Ende der Kautschukröhre f über die dünne Spitze der Glocke B zieht und nachher die Spitze abbricht. Sofort steigt das Stickoxydgas in den luftleeren Ballon C. Die große Glocke D enthält Sauerstoff, der nach C hinübertritt, sobald die Kautschukröhre f an h gefügt und der Hahn r geöffnet wird. In Berührung mit Sauerstoff wird das Stickoxyd in Salpetersäure verwandelt, die in Wasser gelöst im Ballon C sich befindet und deren

Menge man aus dem Verbrauch einer ganz verdünnten Natronlauge von bekanntem Gehalt findet, die zur Sättigung erforderlich ist.

Eine analytische Methode ganz besonderer Art ist die **Maßanalyse** oder **Titrirmethode**. Sie bezweckt hauptsächlich, auf eine leichte und rasche Weise den Gehalt einer Flüssigkeit an der in ihr gelösten Substanz zu ermitteln, insbesondere in der chemischen Technik, wo Fälle derart häufig vorkommen. Als Beispiel führen wir eine Seifensiederei an, wo täglich die Frage nach dem Natron- oder Kaligehalt einer Lauge sich einstellt, oder eine Münze, wo es sich ebenso oft darum handelt, den Silbergehalt des ein- und ausgehenden Silbers genau zu bestimmen. Wählen wir den letztern Fall als Beispiel zur Beschreibung der Methode. Alles im Verkehr befindliche Silber ist eine Legirung von Kupfer und Silber; der Gehalt an letzterm bestimmt seinen Werth. Eine genau abgewogene Probe des zu untersuchenden Silbers wird in reiner Salpetersäure aufgelöst; die entstandene Lösung enthält salpetersaures Silberoxyd und salpetersaures Kupferoxyd, welch letzteres ihr eine blaue Färbung ertheilt. Wird zu dieser Flüssigkeit eine Auflösung von Chlornatrium (Kochsalz) gebracht, so entsteht eine unlösliche Verbindung von Chlor mit Silber, **Chlorsilber** genannt, welche sich außerordentlich rasch in Gestalt von weißen Flocken abscheidet, wenn die Flüssigkeit stark geschüttelt wird. Fährt man mit dem Zusatz von Chlornatrium fort, so gelingt es bald, alles Silber auszuscheiden, während sämmtliches Kupfer gelöst bleibt. Man sieht ein, daß hierzu um so mehr Chlornatriumlösung verbraucht wird, je mehr Silber vorhanden war. Aus dem Gesetz der chemischen Verbindungsverhältnisse hat man berechnet, daß eine Lösung von 0,5416 Gramm Chlornatrium in 100 Kubikcentimeter Wasser genau 1 Gramm Silber niederschlägt. Man nennt diesen Gehalt der Salzlösung ihren **Titer**. Verbraucht man beispielsweise von dieser titrirten Flüssigkeit zum Ausfällen des Silbers aus obiger Probe 85 Kubikcentimeter, so enthielt dieselbe 0,85 Gramm Silber, was dem Silbergehalt eines süddeutschen Sechsers entspricht.

Da es leicht ist, eine solche titrirte Kochsalzlösung in Menge vorräthig zu halten, so bedarf es, um nach dieser Methode eine Silbergehaltsbestimmung vorzunehmen, nur der einzigen Abwägung der genommenen Probe. Wollte man dagegen das ausgeschiedene Chlorsilber wägen und daraus den Silbergehalt erfahren, so müßte dasselbe vorher auf einem Filter gesammelt, auf das sorgfältigste ausgewaschen und getrocknet werden, Operationen, die nicht nur sehr zeitraubend sind, sondern auch die Möglichkeit dabei vorkommender Fehler vermehren.

Auf Taf. 3 begegnen wir nun den einfachen Apparaten, die bei der Maßanalyse verwendet werden und welche bezwecken, die titrirte Flüssigkeit höchst genau, in beliebig kleinen Portionen, selbst Tropfen für Tropfen, der Probe zugeben zu können. Fig. 1 ist eine **Pipette** von 10 Kubikcentimeter Inhalt; sie wird durch Eintauchen in die titrirte Flüssigkeit gefüllt, hierauf ihre obere Oeffnung mit dem Zeigefinger verschlossen, durch dessen Lüften und Andrücken man nachher das Ausfließen des Inhalts regulirt. Am bequemsten sind die Fig. 2 abgebildeten, mit Sperrhahn versehenen **Titrirröhren** nach **Mohr**. Am untern Ende befindet sich ein durch eine Klemme von elastischem Messingdraht geschlossenes Kautschukrohr. Drückt man die beiden Knöpfe derselben gegeneinander, so öffnet sich die Sperrung, und die Flüssigkeit fließt ab; beim Nachlaß des Drucks schließt sie sich wieder. Durch diese Vorrichtung ist die Bürette von **Gay-Lussac**, Fig. 3, fast gänzlich verdrängt worden; sie heißt auch **Tropfglas**, weil beim Ablesen derselben die darin enthaltene Flüssigkeit nur tropfenweise ausfließt. Wie die Abbildungen andeuten, sind diese Röhren auf das sorgfältigste graduirt oder eingetheilt in Kubikcentimeter und Zehntel derselben, so daß selbst sehr kleine Mengen der verbrauchten Flüssigkeit abgelesen und z. B. bei Silberproben ein Milligramm genau bestimmt und ½ Milligramm noch sicher abgeschätzt werden kann.

Epochemachend für die Entwickelung der organischen Chemie war die Ausbildung der organischen Analyse durch **Liebig** in den zwanziger Jahren des Jahrhunderts. Die Verbindungen der unorganischen Chemie bestehen in der Regel aus zwei bis drei, höchstens aus vier bis sechs Elementen. Während jedoch an denselben sämmtliche 63 Elemente sich betheiligen und hierdurch ihre verschiedenen Eigenschaften leicht erklärlich erscheinen, sind die zahlreichen organischen Stoffe meist nur aus dreierlei Elementen zusammengesetzt, nämlich aus **Kohlenstoff**, **Wasserstoff**, **Sauerstoff**. Eine geringe Zahl derselben enthält noch einen vierten Bestandtheil **Stickstoff**. In der That lassen die drei erstgenannten Elemente den Zucker, den Weingeist, die Citronensäure, das Stearin — Körper von den widersprechendsten Eigenschaften. Diese Verschiedenheit kann daher nicht in der Qualität, sondern in der relativen Quantität ihrer Elemente liegen. Die Bestimmung dieser Gewichtsmengen bot eine große Schwierigkeit. Man kann nicht z. B. eine abgewogene Menge von Zucker in Wasser auflösen und nunmehr den Kohlenstoff oder ein anderes Element als unlöslichen Niederschlag ausscheiden, wie dies oben mit dem Silber geschehen ist. Man nahme des Stickstoffs läßt sich aus den organischen Verbindungen keins ihrer Elemente direct und vollständig trennen. Die Analyse mußte daher einen andern Weg aufsuchen, und dieser war dadurch vorgezeichnet, daß diese Stoffe sämmtlich und vollständig verbrennen, sind und in diesem Falle Kohlensäure und Wasser liefern. Die Aufgabe war, diese Producte quantitativ aufzusammeln, und dieselbe ist durch die Apparate, welche wir mit Hülfe der Abbildungen auf Taf. 3 beschreiben wollen, vollständig gelöst.

Als Beispiel nehmen wir an, daß ermittelt werden soll: aus wie viel Gewichtstheilen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff eine abgewogene Menge reinen Zuckers besteht. Hierzu sind 0,5 Gramm vollständig genügend. Es ist unmöglich, diesen Zucker in der Luft oder in Sauerstoff vollständig zu verbrennen, die entstandenen Producte aufzufangen. Dagegen aber den Zucker fein zerreibt und mit recht viel Kupferoxyd vermischt in einer langen Glasröhre AA, in der Glühhitze aussetzt, so gibt das Kupferoxyd Sauerstoff ab, der Zucker verbrennt vollständig zu Wasser und Kohlensäure, welche aus dem andern Ende der sogenannten **Verbrennungsröhre** entweichen. An dieses ist die gewogene **Chlorcalciumröhre** (Fig. 7) luftdicht angefügt; sie ist mit kleinen Stücken von Chlorcalcium, einem Stoff, der jede Spur des hindurchstreichenden Wasserdampfes aufsaugt und festhält, dagegen die Kohlensäure hindurchfließen läßt. Diese tritt in den gewogenen **Kaliapparat**, Fig. 4, der aus einem System von kleinen Glaskugeln besteht und zum Theil gefüllt ist mit Kalilauge, von der die Kohlensäure vollständig absorbirt wird. Sobald die Verbrennung vollendet ist, bricht man die am hintern Ende der Verbrennungsröhre befindliche Spitze ab, sodaß Luft eintreten

sämmtliche im Apparat noch vorhandene Kohlensäure sowie den Wasserdampf verdrängen kann. Die Apparate werden nunmehr abgenommen und gewogen; aus ihrer Gewichtszunahme erfahren wir die Mengen des aus dem Zucker entstandenen Wassers und der Kohlensäure, und da die Zusammensetzung dieser Verbindungen bekannt ist (100 Wasser = 12 Wasserstoff + 88 Sauerstoff; 100 Kohlensäure = 27 Kohlenstoff + 73 Sauerstoff), so läßt sich leicht berechnen, wie viel Kohlenstoff und Wasserstoff der Zucker enthält. Zieht man die Summe der Gewichte dieser beiden Elemente ab von dem Gewicht des zur Analyse verwendeten Zuckers (0,5 Gramm), so ergibt sich das Gewicht des in demselben enthaltenen dritten Elements, des Sauerstoffs. Auf diese Weise ist ermittelt worden, daß der Zucker besteht aus

42	Procenten	Kohlenstoff
6,5	»	Wasserstoff
51,5	»	Sauerstoff
100,0	Gewichtstheile	Zucker.

Wir sehen in Fig. 5 die Aufstellung des Apparats für die organische Analyse, dessen man sich bedient, wenn die Verbrennungsröhre a durch Holzkohlen erhitzt wird; dieselbe liegt alsdann in einem rostartigen Ofen und wird mit glühenden Kohlen umgeben. In neuerer Zeit geschieht die Verbrennung meist vermittels der Gasflamme, Fig. 6. Eine Reihe von Brennern befindet sich unter der Verbrennungsröhre, sodaß die Anzündung der vordern begonnen und allmählich durch der Spitze zu fortgeschritten werden kann.

Wenn eine organische Verbindung außer den bisher genannten drei Elementen noch Stickstoff enthält, wie z. B. bei den bekannten wichtigen Arzneistoffen, dem Chinin und Morphin, der Fall ist, so geschieht die Verbrennung derselben der Hauptsache nach, wie oben beschrieben worden ist; nur wird ein längeres Verbrennungsrohr genommen und in dessen vorderm Theil eine Spirale von blankem Kupferdraht angebracht. In diesem Falle entweicht der Stickstoff, während Wasser und Kohlensäure aufgenommen und gemessen werden.

Zur Bestimmung des Stickstoffs wird eine andere Reaction desselben Stoffs verwendet und dabei Gebrauch gemacht von der Erfahrung, daß aller Stickstoff einer organischen Verbindung in gasförmiges Ammoniak (= 3 Wasserstoff + 14 Stickstoff), geführt wird, wenn man dieselbe mit ätzendem Kalk, Kali oder Natron der Glühhitze aussetzt. Man wiegt daher eine kleine Menge des stickstoffhaltigen Körpers ab, vermischt ihn mit einem Gemenge von Aetzkalk und Aetznatron und füllt damit eine Verbrennungsröhre d, welche in dem Ofen Fig. 8 erhitzt wird. Das entweichende Ammoniak tritt in einen Gasapparat a, der wässerige Chlorwasserstoffsäure enthält, und verbindet sich mit dieser zu Chlorammonium (sogenanntem Salmiak). Nach Vollendung der Operation wird der Kugelapparat abgenommen, sein Inhalt in eine gewogene Porzellanschale entleert und vorsichtig so lange eine Auflösung von Chlorplatin zugefügt, als noch ein hellgelber Niederschlag entsteht. Letzterer heißt Platinsalmiak und ist eine Verbindung von Chlorammonium mit Chlorplatin (4 Stickstoff + 4 Wasserstoff + 106 Chlor + Platin). Man setzt nun die Porzellanschale auf einen Ofen; zuerst verdampft das vorhandene Wasser, hierauf der Niederschlag wird trocken und zersetzt sich endlich bei Glühhitze vollständig, sodaß nur metallisches Platin in der Porzellanschale zurückbleibt, dessen Gewicht man durch abermalige Wägung derselben erfährt. Da man aus der oben angegebenen Zusammensetzung des Platinsalmiaks weiß, daß auf je 99 Gewichtstheile Platin 14 Gewichtstheile Stickstoff kommen, so läßt sich aus dem gefundenen Gewicht des Platins leicht berechnen, wie viel Stickstoff ursprünglich in der analysirten organischen Verbindung gewesen ist. Man berechnet nunmehr aus den beiden ausgeführten Analysen den Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff auf Procente, und das, was an 100 fehlt, ist gleich dem Gewicht des Sauerstoffgehalts der Verbindung. Als Ergebniß dieser analytischen Arbeiten wissen wir, daß das Chinin folgende Zusammensetzung hat:

74,4	Procente	Kohlenstoff
7,3	»	Wasserstoff
8,6	»	Sauerstoff
9,7	»	Stickstoff
100,0	Gewichtstheile	Chinin.

Den Schluß unserer Besprechung analytischer Apparate und Methoden bildet die Betrachtung der wichtigsten aller: der Wage und der Wägung. Indem wir hierbei auf Taf. 2, Fig. 20, hinweisen, befinden wir uns einem ebenso eleganten als brillanten Instrument gegenüber. Von seiner Wage spricht der Chemiker nur mit einer gewissen salbungsvollen Verehrung; er weist ihr ein besonderes, lediglich ihr gewihtes Wagzimmer an, und es ist der Ausdruck der höchsten Gunst, die der chemische Professor gewähren kann, wenn er einem seiner Adepten gestattet, der Wage zu nahen, der er sich selbst bedient.

Verschiedene Ursachen machen es nothwendig, bei der quantitativen Analyse nur mit geringen Mengen der zu untersuchenden Verbindungen zu operiren. Häufig ist deren mühsame Gewinnung, ihre Seltenheit und Kostbarkeit Grund genug, um damit sparsam zu verfahren. Allein auch bei Stoffen gewöhnlicher Art lassen sich die chemischen Operationen, wie Auswaschen, Trocknen, Glühen, Schmelzen, Verbrennen u. s. w., bei geringer Menge leichter und vollkommener bewerkstelligen, als wenn dieselbe nur unerheblich mehr beträgt. Das genaue Abwägen kleiner Gewichtsmengen erfordert aber Wagen von höchster Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit, und die Anstrengungen der Mechaniker sind darauf gerichtet, diesen wichtigen Instrumenten den höchsten Grad der Vollkommenheit zu verleihen. Man verlangt in der That, daß ein solches bei einer Belastung von 500 Grammen (= 0,5 Kilo) noch einen deutlichen Ausschlag gibt bei Auflegung von ein viertel Milligramm, d. i. $^1/_{4000000}$ Kilo!

Die Mechanik belehrt uns, daß eine Wage um so empfindlicher ist, je länger die Arme des Wagbalkens sind, je leichter derselbe ist und je näher sein Schwerpunkt unter dem Aufhängepunkt liegt. In der Praxis sind hierin jedoch gewisse Grenzen geboten; werden z. B. die Arme sehr verlängert, so müssen sie entsprechend verstärkt werden, damit sie sich nicht biegen.

Unsere Abbildung zeigt eine aus dem Atelier des Mechanikers Bornhardt in Braunschweig hervorgegangene prämiirte Wage von erwähnter Leistungsfähigkeit, zum Preise von 100 Thlrn. In einem Mahagonikasten mit Glaswänden befindet sich eine Marmorplatte. Auf derselben erhebt sich ein hohler Messingcylinder, in welchem die Tragsäule des Wagbalkens auf- und abgeschoben werden kann, durch Umdrehung des außerhalb des Glaskastens befindlichen Schraubenkopfs. Der Wagbalken ist durchbrochen und hat in der Mitte ein Stahlschneide, welche sich auf eine Carneolplatte aufsetzt; ebenso befinden sich Stahlschneiden an seinen beiden Enden, auf welche die Schalengehänge mit Carneolplatten sich aufsetzen. Zur Schonung der Schneiden werden dieselben bei Ver-

schiebung der Tragsäule durch eine gabelförmige Vorrichtung von ihren Unterlagen abgehoben und nur bei jedesmaligem Gebrauch der Wage auf dieselben herabgelassen. Zwei weitere Vorrichtungen beiderseits tragen mit dazu bei, daß die drei Schneiden stets in gleicher Lage sich aufsetzen. Der Wagbalken ist eingetheilt, und es kann ein aufgesetztes Centigrammhäkchen vermittels eines rechts durch die Glaswand gehenden Stabes verschoben werden.

Die mit der Wage vorzunehmenden Gewichtsbestimmungen geschehen immer durch die Methode der doppelten Wägung. Der zu wiegende Gegenstand, z. B. ein Kaliapparat, wird auf eine der Wagschalen gelegt oder an einem Häkchen aufgehängt, und auf der andern Wagschale Gewicht bis zur Herstellung des Gleichgewichts aufgelegt; der Apparat wird alsdann hinweggenommen und statt dessen auf die leere Schale Gewicht gelegt, bis wieder Gleichgewicht stattfindet. Sobald man letzterm nahe gekommen ist, wird die Glasthür der Wage geschlossen, um jede Störung durch Wärme und Luftzug entfernt zu halten und die letzte Ausgleichung durch Verschiebung des Centigrammhäkchens auf dem Wagbalken von außen bewerkstelligt.

Die Elemente und ihre Verbindungen.

Elemente, Urstoffe, Grundstoffe oder einfache Körper nennt man solche Körper, die sich nicht in verschiedene Stoffe zerlegen noch aus solchen zusammensetzen lassen. Man kennt deren 63, und da erst in den letzten Jahren einige Elemente entdeckt worden sind, so liegt die Möglichkeit nahe, daß ihre Zahl durch spätere Entdeckungen sich noch vermehren werde. Wir besitzen keine absolute Gewißheit dafür, daß die heute als Elemente geltenden Stoffe wirklich unzerlegbar sind; vorerst scheint jedoch keine Aussicht eröffnet, die ihre weitere Zerlegung verspricht.

Die Elemente besitzen eine sehr ungleiche Bedeutung; schon deshalb, weil viele derselben, wenigstens in dem uns zugänglichen Bereich der Erde, sehr selten vorkommen. Einige dagegen, wie Sauerstoff, Aluminium, Silicium und Calcium, sind in solcher Masse vorhanden, daß sie zusammen drei Viertel der bekannten Erdrinde ausmachen.

Man theilt die Elemente ein in Metalloide oder Nichtmetalle und in Metalle; letztere unterscheiden sich wieder in leichte und in schwerere Metalle.

Aus der Vereinigung von zwei oder mehr Elementen entstehen die chemischen Verbindungen; es gibt nur wenige Verbindungen, welche mehr als vier Elemente enthalten. Das wichtigste Grundgesetz der ganzen Chemie beruht auf der durch die Analyse gewonnenen Erfahrung, und lautet: die Elemente verbinden sich untereinander in bestimmten, unveränderlichen Gewichtsverhältnissen.

Die Zahl, welche für jedes Element dieses Gewichtsverhältniß bezeichnet, nennt man das Atomgewicht des Elements. Jedes Element hat als bequeme Abkürzung seines Namens ein chemisches Zeichen zu halten, bestehend aus dem Anfangsbuchstaben seines lateinischen Namens, und bei gleichen Anfangsbuchstaben mit Beifügung eines weitern kleinen Buchstabens. In der nachfolgenden Uebersicht der Elemente sind die 35 wichtigern durch stärkere Schrift ausgezeichnet.

I. Metalloide.			II. Metalle.					
	Zeichen	Atom-Gewichte	Leichte:	Zeichen	Atom-Gewichte	Schwere:	Zeichen	Atom-Gewichte
Sauerstoff	O.	16	Kalium	K.	39	Eisen	Fe.	56
Wasserstoff	H.	1	Natrium	Na.	23	Mangan	Mn.	55
Stickstoff	N.	14	Lithium	Li.	7	Chrom	Cr.	52
Schwefel	S.	32	Cäsium	Cs.	133	Kobalt	Co.	59
Selen	Se.	79	Rubidium	Rb.	85	Nickel	Ni.	59
Tellur	Te.	128	Barium	Ba.	137	Zink	Zn.	65
Chlor	Cl.	35	Strontium	Sr.	87	Kadmium	Cd.	112
Brom	Br.	80	Calcium	Ca.	40	Indium	In.	113
Jod	J.	127	Magnesium	Mg.	24	Kupfer	Cu.	63
Fluor	Fl.	19	Aluminium	Al.	27	Blei	Pb.	207
Phosphor	P.	31	Beryllium	Be.	9	Thallium	Tl.	204
Arsen	As.	75	Zirkonium	Zr.	89	Zinn	Sn.	118
Kohlenstoff	C.	12	Thorium	Th.	231	Titan	Ti.	50
Bor	B.	11	Cerium	Ce.	92	Tantal	Ta.	182
Silicium	Si.	28	Lanthan	La.	92	Niobium	Nb.	94
			Didym	Di.	95	Wismuth	Bi.	210
			Yttrium	Y	61	Antimon	Sb.	122
			Erbium	Er.	112	Vanadin	V.	51
						Uran	U.	120
						Wolfram	W.	184
						Molybdän	Mo.	96
						Quecksilber	Hg.	200
						Silber	Ag.	108
						Gold	Au.	197
						Platin	Pt.	198
						Palladium	Pd.	106
						Iridium	Ir.	198
						Osmium	Os.	199
						Rhodium	Rh.	104
						Ruthenium	Ru.	104

Die vorstehenden Zahlen drücken die Gewichte der kleinsten Theilchen der Elemente aus, welche man Atome genannt hat und die für sich allein nicht vorkommen, sondern paarweise gruppirt. Eine derartige Atomgruppe heißt ein Molekül. Die Moleküle eines Elements enthalten nur einerlei Elemente, während das Molecule einer chemischen Verbindung aus zwei oder mehr verschiedenen Atomen zusammengesetzt ist.

Die chemischen Zeichen bedeuten nicht nur den Namen eines Elements, sondern auch 1 Atom desselben. Folglich ist

H = 1 Atom oder = 1 Gewichtstheil Wasserstoff;
HH = 1 Molekül oder = 2 Gewichtstheilen Wasserstoff;
Cl = 1 Atom oder = 35 Gewichtstheilen Chlor;
ClCl = 1 Molekül oder = 70 Gewichtstheilen Chlor.

Die Molekülargewichte der Elemente sind demnach zum Theil so groß als ihre Atomgewichte.

Wenn Moleküle der Elemente sich miteinander chemisch verbinden, so vertauschen die Atome derselben ihren Platz. Chlor und Wasserstoff verbinden sich

iteinander zu Chlorwasserstoff oder Salzsäure-
18. Dieser Vorgang findet in folgender Weise statt:
Molekül Wasserstoff = H H } = H Cl } = 2 Moleküle
Molekül Chlor = Cl Cl } = Cl H } = Chlorwasserstoff.
Das Molekülargewicht einer chemischen Verbindung ist
ich der Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile.

1 Atom Wasserstoff H = 1 und
1 Atom Chlor Cl = 35 verbinden sich

1 Molekül Chlorwasserstoff ClH = 36.

Außer dem eigenthümlichen Gewicht besitzen die
ome noch eine weitere Qualität, welche man die
erthigkeit oder Valenz derselben nennt. Sie
eht darin, daß von gewissen Elementen 1 Atom
es derselben stets nur 1 Atom eines andern zu
den vermag, wie dies bei dem bereits angeführten
lorwasserstoff ClH der Fall ist. Solche Ele-
nte werden als einwerthige bezeichnet. Ein
eiwerthiges Atom bindet dagegen zwei einwer-
e; als Beispiel dient der Sauerstoff, von dem
Atom mit 2 Atomen Wasserstoff sich zu Wasser,
O oder H_2O, verbindet. Entsprechend verhält es
mit den drei-, vier- und mehrwerthigen Atomen.
Durch die Zusammenstellung der chemischen Zeichen
den die chemischen Formeln gebildet, die aus-
cken, aus welchen und wie viel Atomen verschiede-
Elemente das Molekül einer chemischen Verbin-
g besteht. Sind von einem Element mehrere
me vorhanden, so bezeichnet man ihre Anzahl durch
dem Zeichen angehängte Ziffer. Zu den frühern
pielen der Formeln des Chlorwasserstoffs =
und des Wassers = H_2O fügen wir noch NH_3
Ammoniak; CH_4 = Sumpfgas; H_2SO_4 =
wefelsäure; KNO_3 = Salpeter; C_2H_6O =
ngeist.

ir ersehen aus der Formel H_2SO_4, daß in 1 Mo-
Schwefelsäure 7 Atome vereinigt sind, nämlich
ome Wasserstoff, 1 Atom Schwefel und 4 Atome
rstoff. Eine Gruppe von 2 Atomen Kohlenstoff,
omen Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff bilden,
sch verbunden, 1 Molekül Weingeist.

eber die Art und Weise, wie die verschiedenen
e eines Moleküls angeordnet oder gruppirt sind,
en verschiedene Ansichten, die sich in den Formeln
Stellung der Zeichen ausdrücken lassen. Die
erung solcher Betrachtungen gehört der theoreti-
und speculativen Chemie an. Schließlich sei
emerkt, daß die Moleküle, selbst wenn sie aus
Atomen bestehen, immer noch höchst kleine, und
genommen weder dem bloßen, noch dem be-
eten Auge sichtbare Körpertheilchen sind. Wenn
üle stark zusammenhängen, so ist der Körper,
e bilden, ein fester; bei den flüssigen Körpern ist
usammenhang geringer, und die luftförmigen
, die Gase und Dämpfe, sind solche, deren
ile gänzlich getrennt in gleichen Abständen von-
er sich befinden, sodaß gleiche Raumtheile der-
eine gleiche Anzahl von Molekülen enthalten.

Aus der unorganischen Chemie.

(Tafel 3 bis 7.)

Dem Nachfolgenden geben wir eine kurze Cha-
tik einiger der wichtigern Elemente und ihrer Ver-
gen. Hierbei ist Gelegenheit geboten zur Be-
ung einer Reihe von interessanten Apparaten und
en, insbesondere aber zu einer ausführlichern
lung derjenigen chemischen Producte, die Gegen-
er chemischen Technik in größerm Maßstabe sind.

1. Sauerstoff.

Sauerstoff (Oxygenium, O = 16) ist ein
theil der atmosphärischen Luft, die ein Ge-
menge von 1 Volumen Sauerstoff mit 4 Volumen Stickstoff ist; er ist ferner, chemisch gebunden, der Hauptbestandtheil des Wassers, der meisten Minerale, aller Pflanzen- und Thierstoffe, und man schätzt seine Gesammtmenge auf die Hälfte der Erdmasse. In reinem Zustande gewinnt man den Sauerstoff durch Erhitzen gewisser Verbindungen desselben, wie z. B. des Braunsteins oder Mangan-Ueberoxyds, ($Mn\ O_2$). Am leichtesten geschieht dies, wenn chlorsaures Kali, $KClO_3$, mit Zusatz von etwas Braunstein in einer Retorte erhitzt wird. Das rasch und in Menge sich entwickelnde Gas wird durch ein gekrümmtes Rohr unter einen mit Wasser gefüllten Cylinder geleitet und in diesem aufgefangen, wie Taf. 4, Fig. 1 zeigt. Es ist farb- und geruchlos, etwas schwerer als Luft. Vorzüglich ausgezeichnet ist der Sauerstoff dadurch, daß brennbare Körper in demselben mit außerordentlicher Lebhaftigkeit verbrennen, insbesondere Kohle, Eisen und Phosphor unter der glänzendsten Lichtentwickelung.

Der Sauerstoff ist als chemisches Agens von höchster Bedeutung, denn die wichtigsten Processe, wie das Athmen, die Verbrennung, die Gärung und viele andere werden lediglich bedingt durch ihn. Die aus seiner Vereinigung mit andern Elementen entstehenden Verbindungen werden Oxyde genannt. Ein Theil derselben zeichnet sich aus durch einen sauren Geschmack; es sind dies die Säuren, welche noch weiter charakterisirt sind durch ihr Vermögen, blaue Pflanzenfarben in Roth zu verwandeln. Mit den Metallen bildet der Sauerstoff die sogenannten Basen, deren Eigenschaften denen der Säuren entgegengesetzt sind, indem sie einen Laugengeschmack besitzen und die rothe Pflanzenfarbe in Blau verwandeln.

2. Wasserstoff.

Der Wasserstoff (Hydrogenium, H = 1), kommt in freiem Zustande in der Natur nicht vor; er ist Bestandtheil des Wassers, der Pflanzen- und Thierstoffe und mancher Minerale. Zur Gewinnung desselben wird stets das Wasser (H_2O) verwendet, dem man durch die Einwirkung eines Metalls den Sauerstoff entzieht. Hierzu läßt sich das Eisen verwenden, indem in einen Flintenlauf ein gewundener Eisendraht gebracht und derselbe (Taf. 4, Fig. 2) zum Glühen erhitzt wird. Das Eisenrohr steht einerseits mit einem kleinen Kolben in Verbindung, in welchem Wasser siedet, dessen Dampf beim Hinstreichen über glühendes Eisen zerlegt wird; der Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen zu Eisenoxyd und der freigewordene Wasserstoff wird in einem Cylinder aufgefangen. Es ist jedoch bequemer, den Wasserstoff ohne Anwendung eines starken Kohlenfeuers darzustellen, und es geschieht dies sehr leicht, wenn man Zink mit verdünnter Schwefelsäure in dem Entwickelungsapparat (Taf. 3, Fig. 9) übergießt. Es entsteht schwefelsaures Zinkoxyd, während Wasserstoffgas entweicht. Dasselbe ist jedoch feucht, und wünscht man es trocken zu erhalten, so muß es, wie die Figur zeigt, durch eine mit Stücken von Chlorcalcium gefüllte Röhre geleitet werden, wodurch ihm der beigemengte Wasserdampf vollständig entzogen wird.

Der Wasserstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, und vornehmlich ausgezeichnet durch sein geringes specifisches Gewicht, das vierzehnmal geringer ist als das der Luft. Der Wasserstoff ist daher der leichteste aller Körper. Um dies durch den Versuch zu veranschaulichen, läßt man aus einem mit Wasserstoffgas gefüllten Behälter B (Taf. 4, Fig. 7), dem sogenannten Gasometer, dieses Gas durch ein Chlorcalciumrohr streichen, um es von Wasserdampf zu befreien, der

sein Gewicht sehr vermehren würde; es gelangt alsdann in einen kleinen, auf die Oeffnung der gebogenen Röhre aufgesetzten Kautschukballon, der sich anfüllt und in die Luft erhebt, sobald man ihn loslässt. Man benutzte daher in früherer Zeit das Wasserstoffgas zum Füllen großer für Luftfahrten bestimmter Ballons. Gegenwärtig verwendet man hierzu das Leuchtgas, welches zwar beträchtlich schwerer ist als Wasserstoff, dessen Darstellung jedoch wohlfeiler und leichter ausführbar ist.

Der hier abgebildete Gasometer, dessen man sich häufig bei Experimenten mit Gasen bedient, besteht aus einem 50 Centimeter hohen Blechcylinder B, der durch zwei mit Hähnen versehene Röhren mit einem obern, offenen Behälter in Verbindung steht. B wird ganz mit Wasser gefüllt, alle Hähne geschlossen und nunmehr die unten links sichtbare Schraube aufgedreht und in die Oeffnung das Rohr eingeführt, aus welchem das Gas sich entwickelt. Indem es in B aufsteigt, fließt unten eine entsprechende Menge von Wasser aus. Sobald B nahezu gefüllt ist, was man an dem nebenbefindlichen Wasserstandrohr von Glas ersieht, wird die Schraube geschlossen und der obere Behälter mit Wasser gefüllt. Oeffnet man nun den Hahn rechts, dessen Rohr bis auf den Boden von B reicht, so übt das Wasser einen Druck auf das Gas aus und dieses entweicht, sobald oben der seitliche Hahn geöffnet wird.

Die zweite charakteristische Eigenschaft des Wasserstoffs ist seine Brennbarkeit. Nähert man dem aus einer Oeffnung ausströmenden Gas eine Flamme, so entzündet es sich und brennt mit einer schwach leuchtenden, aber sehr heißen Flamme. Es findet hierbei die Verbindung des Wasserstoffs mit Sauerstoff statt, deren Product das Wasser ist. Hält man in der That über eine Wasserstoffgasflamme eine Glasglocke, so verdichtet sich an deren Wand der entstandene Wasserdampf und man kann das herabrinnende Wasser auffammeln.

Zwei Volumen Wasserstoffgas erfordern zu ihrer vollkommenen Verbrennung ein Volumen Sauerstoffgas. Bringt man die genannten Gase in diesem Verhältniß zusammen und entzündet das Gemenge, so erfolgt eine heftige Explosion, weil der gebildete Wasserdampf durch die gleichzeitig entstehende große Hitze eine außerordentliche Ausdehnung erfährt. Dieses Gasgemenge, das den bezeichnenden Namen Knallgas erhalten hat, ist daher höchst gefährlich und alle Experimente mit Wasserstoff erfordern die größte Vorsicht, da schon ein wenig beigemengte Luft dasselbe explodirbar macht.

Nichtsdestoweniger kann man dieses Gasgemenge ohne Gefahr anzünden, wenn man sich des Knallgasbrenners (Fig. 6) bedient. Die Gase befinden sich getrennt in besondern Behältern unter gleichem Druck und stehen durch Kautschukschläuche mit dem Brenner in Verbindung; bei S tritt der Sauerstoff ein durch ein enges Rohr, welches umgeben ist von dem weitern Knierohr W, das den Wasserstoff zuführt. Beide Gase vermischen sich erst in dem Augenblick, wo sie die Oeffnung des Brenners verlassen, und erzeugen angezündet die Knallgasflamme von ungeheuerer Hitze. Man verwendet dieselbe zum Löthen und Schmelzen von Platin; ein Stückchen Kalk wird in dieser Flamme weißglühend und strahlt ein der Sonne ähnliches Licht aus, das unter dem Namen Drummond's Kalklicht in der Optik verwendet worden ist und jetzt meist durch das elektrische Licht ersetzt wird.

Einen andern Wasserstoff-Löthapparat zeigt uns Fig. 5 im Durchschnitt. Seine Einrichtung hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Gasometer. Der Apparat ist von Blei oder Kupfer gefertigt; sein unterer Theil enthält auf dem durchlöcherten Boden KL Stücke von Zink. Im obern Theil befindet sich verdünnte Schwefelsäure, die durch Oeffnen des Hahns f zum Zink tritt und die Entwicklung von Wasserstoffgas bewirkt, das durch die Röhre ba in das kleine Absperrgefäß B gelangt und seinen Ausweg bei C zum Löthrohr nimmt, um die seitlich durch einen Blasbalg Luft zugeführte Neuerdings hat man jedoch bei derartigen Vorrichtungen den Wasserstoff ersetzt durch gewöhnliches Leuchtgas.

Auf einer Combination der Eigenschaften des Platins und des Wasserstoffs beruht die Einrichtung des elegantesten aller Feuerzeuge, das von Döbereiner erfundene Platin-Feuerzeug (Fig. 4), das man so gut Wasserstoff-Feuerzeug genannt werden kann. In der kleinen Messingkapsel f ist ein aus höchst zertheiltem Platin bestehendes sogenanntes Platinschwämmchen aufgestellt; dasselbe hat die merkwürdige Eigenschaft, aus der Luft Sauerstoff anzuziehen und wie ein Schwamm Wasser aufsaugt und festhält. Beim Niederdrücken der Feder c öffnet sich ein Ventil, aus welchem Wasserstoff ausströmt; sobald derselbe den Platinschwamm trifft, beginnt eine Verbindung desselben mit Sauerstoff, wobei eine solche Entwicklung von Wärme stattfindet, daß der Platinschwamm glühend wird und das weiter ausströmende Gas entzündet. Dasselbe kommt aus einer kleinen Glasglocke, in welcher ein Stück Zink b aufgehängt ist. Der Apparat cc enthält verdünnte Schwefelsäure, welche durch Oeffnen des Hahns in die Glocke eindringt und die Entwickelung von Wasserstoff bewirkt. Nach dem Schließen des Hahns verdrängt das Gas wieder die Schwefelsäure aus der Glocke. Leider kann man das so leichte Feuerzeug nicht in die Tasche stecken, und es fast ganz außer Gebrauch gekommen.

Den Beschluß der wissenschaftlichen, auf Wasserstoff sich beziehenden Darstellungen macht ein Apparat zur Bildung von Wasser. Derselbe soll in der Weise vor sich gehen, daß der genauesten Beweis liefert über Zusammensetzung des Wassers in Procenten von Sauerstoff und Wasserstoff. Zu diesem Zwecke wird aus Zink und verdünnter Schwefelsäure in der Flasche A Wasserstoffgas entwickelt und zunächst durch eine Flasche B geleitet, welche mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt ist, die die besitzt das Vermögen, den Gasen beigemengten Wasserdampf zu entziehen. Um jedoch jede Spur von Wasserdampf zu entfernen, ist noch ein System von Uförmigen Röhren C, D, E, die Stückchen von Bimsstein enthalten, welche mit Schwefelsäure befeuchtet sind, damit das Gas absolut trocken in den kleinen Kolben F gelangt, der Kupferoxyd enthält und sorgfältig gewogen worden ist. Wenn man nun vermittels einer Lampe das Kupferoxyd erhitzt, so verbindet sich der darin enthaltene Sauerstoff mit dem durch B zugeführten Wasserstoff und bildet damit Wasser, welches entweder in flüssiger Form in dem Ballon G aufgefangen oder in Dampfform von der Absorptionsröhre H aufgenommen wird. Da auch G und H vor dem Versuche gewogen worden waren, so ergibt sich aus der Zunahme des Gewichts die Menge des gebildeten Wassers und aus der Gewichtsabnahme des Kolbens F findet man das Gewicht des in diesem Wasser enthaltenen Sauerstoffs, das von ersterm abgezogen ergibt den zur Bildung des Wassers verwendeten Wasserstoff. Man hat man gefunden, daß das Wasser zusammengesetzt ist, wie folgt:

88,8	Proc. Sauerstoff
11,2	Proc. Wasserstoff
100,0	Wasser.

Von der wissenschaftlichen Betrachtung des Wassers bergehend zu dessen technischer Verwendung, bedarf keines Nachweises für die Wichtigkeit dieses allgeeinen Lebensbedürfnisses. Dem Chemiker insbesondere stet es als Lösungsmittel für die meisten Körper schätzbare Dienste. Ueberall, wo Menschen ihren ohnsitz aufzuschlagen gedenken, bildet das Vorhanden- n von Wasser die erste Frage, und da, wo die Natur bt freiwillig diesen Lebensquell hervorsprudeln läßt, rden weder Mühe noch Kosten gescheut, sei es isser herzuleiten aus weiter Ferne oder es zu erren aus unzugänglicher Tiefe.

ɜtzteres ist der Fall bei dem Artesischen Brun- , zu dessen Erbohrung die Fig. 8—12 verzeich- n Geräthe verwendet werden. Man nimmt daß dieser Name herrühre von der Grafschaft ois, wo die ersten Brunnen der Art hergestellt den seien. Allein es ist sicher, daß bereits den Aegyptern sowie den Chinesen das Verfahren, Bohrung Quellen zu fördern, bekannt war. Meist ie Ansicht verbreitet, daß sich überall artesische nnen erbohren ließen, wenn es nur gelinge, hin- end tief in die Erdrinde einzudringen. Die vor- nden Erfahrungen weisen jedoch darauf hin, daß Mehrzahl der vorhandenen Brunnen dieser Art nenigen Erdschichten sich befindet, welche geologisch Uebergangsgebirge oder secundäre Formationen hnet werden; nächst diesen hat man auch in n oder tertiären Bildungen Quellen erbohrt, end es geradezu als Zufall gilt, wenn in zer- ɜm Massengestein, wie Granit, Wasser erreicht

r zur Bohrarbeit verwendete Erdbohrer ist werer Meißel mit gerader Schneide (Fig. 10), nit Löffelförmiger (Fig. 9), seltener rund und gezahnt 11). Vermittels einer Schraube ist er an dem ige befestigt, das aus 6 — 7 Meter langen und Centimenter dicken eisernen Stangen besteht, mit zunehmender Tiefe immer neue aneinander- ubt werden. Es wird an der zum Bohrversuch t scheinenden Stelle zuerst ein Schacht gegraben, n festen Boden oder Gestein erreicht, worauf ɜler Deigel k von Holz (Fig. 8) eingelassen und n das Gestänge eingeführt wird. Es hängt n Seile n, das durch den Hebel v v gehoben kann.

Vorrichtung dient, um das Gestänge mit dem einige Fuß hoch zu erheben und dann wieder u lassen, wodurch die Zertrümmerung des Ge- ɜwirkt wird. Die Hebearbeit geschieht entweder durch Menschenkraft oder durch mechanische nderer Art, welche den Schlägen u, der den abwechselnd hebt und fallen läßt, durch Ueber- n Bewegungen erhalten. Ein Arbeiter gibt ver- ɜer Handhabe e dem Meißel von Zeit zu Zeit rtelsumdrehung, damit das erbohrte Loch rund Enthält dies nicht von Natur schon etwas o wird solches von oben eingegossen. Wenn iger Zeit eine gewisse Menge von Bohr- sich gebildet hat, so muß derselbe heraus- rden, was vermittels des sogenannten Löf- 3- 12), geschieht. Das Seil n wird mit dem Rolle gehenden Seil y verbunden, das um x geschlungen ist, durch deren Umdrehung nge herausgehoben und der Meißel durch den ɜgt. Beim Hinablassen und Fallenlassen des fnet sich, so oft dies geschieht, das Ventil c Schlamm tritt in den Hohlraum, erfüllt und wird heraufgezogen. Sobald das Bohrloch rt ist, beginnt wieder die Arbeit des Meißels.

Diese Art der Arbeit, die insbesondere bei großen Tiefen sehr zeitraubend ist, hat mehrfache Vervollkommnung in der Construction der Bohrwerkzeuge erfahren, allein immerhin hängt die Geschwindigkeit im Vorrücken derselben wesentlich ab von der Natur des Gesteins, das durchsenkt werden muß.

Abgesehen von zahllosen artesischen Brunnen, die bereits in geringer Tiefe Wasser ergeben haben, sind einige derselben berühmt geworden durch die außerordentliche Tiefe, bis zu welcher der Meißel hingetrieben worden ist. Hierbei hat sich das auch anderwärts beobachtete Gesetz bestätigt, daß die Wärme der Erde zunimmt, je tiefer man in ihre Rinde eindringt. Das Bohrloch von Grenelle in Paris hat 547 Meter Tiefe, und liefert Wasser von 27,7° Wärme; das von Mondorf, bei 730 Meter Tiefe, solches von 34°.

Eine andere bei der fortwährend zunehmenden Verdichtung der Bevölkerung mehr und mehr sich aufdrängende Frage ist die nach der Beschaffenheit des als unentbehrliches Nahrungsmittel verwendeten Wassers, gleichgültig ob dasselbe als Trinkwasser oder zur Zubereitung von Speisen, ja selbst als Verbrauchswasser in der Haushaltung dient. Unter allen Umständen müssen wir die ausgiebige Verfügung über reines Wasser als eine der nothwendigsten Bedingungen für das Wohlbefinden des Menschen ansehen. Es steht fest, daß die Entstehung und Verbreitung von Epidemien ihre wesentliche Förderung durch Brunnen erhält, zu welchen organische Zersetzungsstoffe durch die Erde ihren Weg finden.

Die Verbesserung unreinen Wassers ist daher vielfach Gegenstand der chemischen Technik geworden und der einzuschlagende Weg hängt ab von der Natur der vorhandenen Verunreinigungen. Bestehen dieselben lediglich in dem Vorhandensein trübender Theile, so genügt eine Filtration des Wassers, um dieselben zu entfernen und demselben die Klarheit des Wassers zu verleihen, welche mehr unser Auge als unser Geschmack verlangt. In Städten von der ungeheuern, auf zwei bis drei Millionen angeschwollenen Bevölkerung, wie dieses mit Paris und London der Fall ist, ist man gezwungen, analog dem Sprichwort: „Wir nehmen Geld, wo wir es finden" — das Wasser herzunehmen, wo man es findet; es kommen da nicht nur natürliche und erbohrte Quellen und Brunnen, sondern auch das Regen- und Flußwasser zur Verwendung, und es ist insbesondere das letztere, für welches großartige Filtrirwerke in Gang gesetzt worden sind. Aber auch Berlin ist bereits auf den Verbrauch filtrirten Sprewassers angewiesen.

Dieselben bestehen im wesentlichen darin, daß man das Wasser durch wechselnde Schichten von gröberm und feinerm Sand und Holzkohlenpulver sickern läßt, was bis zu einem gewissen Grade beschleunigt werden kann durch Anwendung von höherm Druck. Als oberste Filtrirschicht dient immer ein grobes Material, das die Hauptmasse der trübenden Stoffe aufzunehmen vermag, ohne alsbald sich zu verstopfen. Mit der Zeit ist jedoch eine Erlahmung jeder Filtrirvorrichtung durch die Zunahme der Verstopfung unvermeidlich und die Erneuerung oder Reinigung derselben nothwendig. Letztere geschieht in der Regel in der Weise, daß man reines Wasser in ungekehrtem Weg durch das Filter gehen läßt, das den abgesetzten Schlamm hinwegnimmt. Als Beispiel erblicken wir auf Taf. 4, Fig. 15 ein Filtrirwerk mit sogenannter Selbstreinigung. Der Boden q ist festgestampft und mit Platten in Cement gepflastert; auf demselben sind im Abstand von 0,3 Meter die Ziegel o in Reihen hochkantig aufgestellt, aber so, daß sie bei 1,5 Centimeter Abstand offene

Fugen lassen. Die Kanäle, die so durch die Ziegelreihen gebildet werden und durch die Fugen miteinander in Verbindung stehen, sind von oben mit durchlöcherten Platten bedeckt, auf welchen die Schichten des Filtrirmaterials aufgetragen werden, nämlich: zuerst 30 Centimeter gewaschener Kies, dann fünf weitere Schichten in immer abnehmendem Korn, dann 45 Centimeter gewaschener feiner Sand, endlich zu oberst 45 Centimeter desselben Sandes mit $^1/_{10}$ gestoßener Holzkohle vermischt.

Das zu filtrirende Wasser kommt durch den Kanal H an und fließt bei offener Schütze R und offenem Hahn S durch das Rohr auf den Sand, durchsinkt das Filter, sammelt sich in den Zwischenräumen o und zieht von da aus dem Filter ab. Wenn das Filter der Erschöpfung nahe ist, so gibt man dem Hahn S eine Drehung, welche die obere Oeffnung des Rohres O schließt und den senkrecht unter die Filtrirschichten in die Zwischenräume o . . . gehenden Schenkel bei P öffnet. Der Druck zwingt das Wasser aufwärts durch das Filter zu steigen, wo es die darin abgelagerten Unreinigkeiten lospült und durch die Oeffnungen L nach dem Abzugskanal führt. Die Oberfläche des Filters muß zum Schlusse jedesmal etwas aufgerauht und von Zeit zu Zeit erneuert werden. Ein solches Filter liefert in 24 Stunden 35500 Kubikmeter Wasser.

Von Vorrichtungen in kleinerm Maßstabe, die in Haushaltungen verwendbar sind, zeigt Fig. 13 ein solches, das zum Gebrauch auf der See bestimmt ist. Ein in die obere Mündung des Bottichs eingesetzter Eimer l mit durchbrochenem Boden a dient zum Eingießen und verhindert das Ueberlaufen während der Schwankungen des Schiffs. Das Wasser fällt aus dem Raume b durch das Rohr d in den Raum c und steigt, wenn es diesen angefüllt hat, mit einem dem Falle entsprechenden Druck aufwärts durch die Filtrirschichten in g nach dem Raume k mit dem Hahn n zum Ablassen des filtrirten Wassers. Ein hier nicht abgebildetes Rohr gestattet der Luft den Austritt aus k.

Ein Filter von noch kleinern Verhältnissen ist in Fig. 14 abgebildet. Dasselbe besteht aus einem sackförmig ausgehauenen, feinkörnigen, Wasser durchlassenden Sandstein aa. Der Deckel mit dem daranhängenden Filtrirsteine wird mit dem Blechmantel ff und dem gußeisernen Bodenstück dd durch die an letzterm festsitzenden Bügel g mittels der Druckschraube n wasserdicht zusammengehalten. Das zu filtrirende Wasser kommt mit dem erforderlichen Druck von 3 Metern durch das Rohr m in den Raum zwischen Mantel und Filtrirstein, dringt durch die ganze Oberfläche in das Innere, und füllt dieses an, bis es durch das Rohr c abläuft. Zum Reinigen öffnet man i, um Luft ein-, und den Propfen h, um das Wasser abzulassen, und löst die Schraube, worauf man den Filtrirstein herausnehmen und scheuern kann. Aehnliche und noch einfachere Apparate werden in Berlin aus einer künstlich erzeugten gepreßten Filtrirkohle angefertigt.

Wenn wir an ein „gutes Trinkwasser" die folgenden Anforderungen stellen: völlige Klarheit, Freisein von mikroskopischen Thieren und Pflanzenformen, möglichstes Freisein von organischen Stoffen, besonders faulenden, möglichste Weichheit und erforderlichen Gehalt an Kohlensäure und Luft, sowie endlich richtige Temperatur — so kann ein filtrirtes Wasser denselben nur in annäherndem Grade entsprechen. Insbesondere wirkt das Filtriren vermindernd auf den Gehalt an Gasen, und das Wasser großer Städte ist daher meist schal, unerquicklich, wie abgestanden. Von den genannten organischen Stoffen ist dasselbe um so reiner, je weiter die Holzkohle bei der Filtration in Anwendung kommen konnte.

Als ein chemisches Mittel, um trübes Wasser zu klären, empfiehlt sich in manchen Fällen der Zusatz von etwas Alaun. Die in diesem Salz enthaltene Thonerde ist ausgezeichnet durch ihre Neigung, mit organischen Stoffen, insbesondere mit Pflanzenfasern, sich zu verbinden, die bei Gegenwart von Ammoniak noch begünstigt wird. Es kann daher leicht ein trübes und übelriechendes Wasser die Bedingungen zur Zersetzung des Alauns erfüllen, wobei die Thonerde in Gestalt einer gallertartigen Masse sich ausscheidet, welche die trübenden Theile enhüllt und rasch niederschlägt.

Einer der gewöhnlichsten Bestandtheile des Wassers ist der kohlensaure Kalk. Derselbe beeinträchtigt jedoch keineswegs seine Verwendung als Trinkwasser. Dagegen erweist sich ein kalkhaltiges oder sogenanntes hartes Wasser ungeeignet für manche ökonomische Zwecke, als z. B. zum Kochen der Hülsenfrüchte und zum Waschen. In der Regel findet sich dafür ein Ersatz durch die Verwendung von Regen- oder Flußwasser. Ueberdies erweist sich der Kalkgehalt des Wassers in der großen Industrie mehrfach von äußerst nachtheiligem Einfluß, und es gilt dies insbesondere von dem Betriebe der Dampfmaschinen. Bei dem ungeheuern Wasserverbrauch durch den Dampfkessel setzt sich, selbst bei geringem Kalkgehalt, alsbald eine Kalkkruste auf dem Boden ab, der sogenannte Kesselstein, der Anlaß zu Störung des Betriebs, zu vermehrtem Kohlenverbrauch und zu Explosionen gibt. Die Mittel zur Verhütung und zur Entfernung der Bildung des Kesselsteins sind zahllos, ohne daß sie jedoch das Uebel radical beseitigen.

Zum Verständniß seiner Bildung sei bemerkt, daß der kohlensaure Kalk an sich im Wasser unlöslich ist, dagegen von demselben aufgelöst wird, wenn es Kohlensäure enthält; wird nun ein Wasser, das in dieser Weise Kalk enthält, erhitzt, so entweicht die Kohlensäure und der kohlensaure Kalk fällt als feiner Schlamm zu Boden und erhärtet zu einer Kruste, wie dies an unsern Kochgeschirren beobachtet werden kann. Darauf beruht die Taf. 4, Fig. 18 im Durchschnitt abgebildete Vorrichtung zur Verhütung des Kesselsteins. Das durch o eintretende Speisewasser steigt in dem Rohre d auf, vertheilt sich, bei e austretend, über tellerartige Querwände m zu beiden Seiten, und gelangt von Teller zu Teller herabfließend durch die Rohre a in den ringförmigen Behälter bb, den es anfüllt, bis es durch c in den Kessel abläuft. Auf diesem Wege erhitzt der durch die weite Oeffnung p aus dem Kessel zutretende Dampf das Wasser und schlägt einen großen Theil des Kalks nieder, der sich am Boden des ringförmigen Gefäßes bei bb sammeln und durch q nach außen entfernt werden kann. Nachdem eine mit dieser Vorrichtung versehene Locomotive 5074 Meter Wegs zurückgelegt hatte, betrug der in bb niedergeschlagene Kalk 448 Kilogramm, oder 72 Procent des im Wasser enthaltenen Kalks.

Es war unstreitig die obenerwähnte Einbuße der erfrischenden Geschmacks, die das Wasser durch die Filtration erleidet, welche Anregung gab, in großen Städten ein angenehmeres Getränk dadurch herzustellen, daß man dem Wasser künstlich Kohlensäure zusetzte. Quellen, die von Natur ein Wasser liefern, das reich ist an Kohlensäure, und die daher Sauerwasser genannt werden, finden sich zwar, und hier und da so häufig, daß hiernach eine Gegend zwischen Rhein und Nahe das Sauerland heißt. Weil wir

breit wird das dorther stammende Selterserwasser versendet. Allein theils weil bei weitem Transport dieses Wasser ein Luxusartikel wird, theils um sich von auswärtigem Bezug unabhängig zu machen, entstand die Industrie der künstlichen Säuerlinge.

Wir erblicken in Fig. 17 einen zur Darstellung solcher Wasser dienenden Apparat. In den Gasgenerator B wird kohlensaure Magnesia (Magnesit) gebracht und aus dem Behälter C Schwefelsäure hinzugegeben. Das hierdurch entwickelte Kohlensäuregas entweicht durch das Rohr d' und wird, indem es ein System von Waschflaschen DD, dd passirt, gereinigt und tritt durch das Rohr D'' in den 1,5 Meter hohen Gasbehälter GG, dessen unterer Theil in einem Wasserbehälter steht, von dem in der Abbildung ein Stück der vordern Wand hinweggelassen ist, um dessen innere Einrichtung sehen zu lassen. Daselbst befindet sich eine Druckpumpe, vermittels welcher GG mit Wasser angefüllt worden war. Die bei r eintretende Kohlensäure füllt allmählich den ganzen Gasbehälter, indem sie das Wasser aus demselben durch t' wieder in den Wasserkasten drängt. Sobald dies geschehen ist, werden die Hähne x und r geschlossen und die Druckpumpe in Thätigkeit gesetzt, so lange, bis das in den Cylinder GG gepreßte Wasser die darin befindliche Kohlensäure auf ein Fünftel zusammengedrückt hat. Es wird nunmehr der Hahn p geöffnet und das comprimirte Gas durch D''' in den horizontalen, mit Wasser gefüllten Cylinder M geleitet. Indem man den Rührer T in Umdrehung versetzt, vermischt sich die Kohlensäure mit dem Wasser und wird von demselben absorbirt. Vermittels eines Hahns von besonderer Einrichtung wird das nunmehr mit Kohlensäure gesättigte Wasser aus M in Flaschen abgezogen. Soll dasselbe überdies die Bestandtheile einer Mineralquelle enthalten, so werden die betreffenden Salze durch R dem Wasser zugesetzt. Die Hähne q und g werden nur dann geöffnet, wenn man den Generator durch das Rohr H entleeren will.

Den Schluß unserer Betrachtungen über das Wasser bildet die Verwendung desselben als Eis, die eine von Jahr zu Jahr steigende Wichtigkeit erreicht hat. Während längere Zeit dasselbe lediglich als ein Mittel diente, um in der heißen Jahreszeit kühle Getränke herzustellen, und bei uns nur als ein Luxusartikel angesehen wurde, spielt es jetzt seine Hauptrolle als vorzüglichstes Erhaltungsmittel unserer Nahrungsstoffe. Die Auffindung eines urweltlichen Elefanten, eines Mammuth, mit wohlerhaltenem Fleisch, eingefroren in sibirischem Eis, hat uns belehrt, daß niedere Temperatur die Zersetzung auf Jahrtausende verhindern kann. Es liegt daher nahe, aus dieser merkwürdigen Erfahrung den umfassendsten Nutzen für die menschliche Oekonomie im großen und kleinen zu ziehen. Nicht nur begegnen wir in vielen Haushaltungen dem Eisschranke, der dazu dient, um Butter, Milch, Fleisch länger frisch und die Getränke kühl zu erhalten, sondern Millionen Centner Eis werden von Fleischern, Fischhändlern, Bierbrauern und Conditoren geborgen, in ähnlicher Absicht. Nicht minder hat die wohlthätige Verwendung des Eises in der Heilkunde mit der Leichtigkeit seiner Beschaffung zugenommen.

Und dennoch kann der Fall eintreten, daß man, insbesondere für letztgenannten Zweck, Eis entbehren muß, sei es, daß die Vorräthe erschöpft sind oder daß örtliche Verhältnisse deren Aufbewahrung unmöglich machen. Hierdurch wurde man hingeführt zur künstlichen Erzeugung von Eis, die seit lange schon als interessantes physikalisches oder chemisches Experiment in den Vorlesungen ausgeführt worden ist. Dieselbe hat in der Hand der Technik eine solche Ausbildung erfahren, daß, unter gewissen Verhältnissen wenigstens, der Preis des künstlich erzeugten Eises dem von der Natur producirten die Wage zu halten vermag.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß Abkühlung eintritt, wenn Wasser verdunstet, und wir begießen zu diesem Zweck im Sommer Straße und Hausflur. Flüssigkeiten, die rascher verdunsten als Wasser, erzeugen aber verhältnißmäßig eine weit stärkere Erkaltung; es handelte sich für die Industrie darum, eine Flüssigkeit der Art zu zu verwenden, daß dieselbe durch die Verdunstung nicht verloren wird, sondern wieder verdichtet und wiederholt zur Eisbildung benutzt werden kann. Auf diesem Princip beruht der Taf. 4, Fig. 16 abgebildete Eisapparat von Carré. In einer Retorte von Schmiedeeisen A befindet sich eine höchst concentrirte Lösung von Ammoniak in Wasser; dieselbe wird durch einen untergesetzten Ofen auf 130° erwärmt. Das Ammoniak entweicht durch das Rohr b und tritt in die mit Wasser umgebene Vorlage B. Alle Vorrichtungen sind luftdicht miteinander verbunden. Das Ammoniak kann daher nicht entweichen, es verdichtet sich vielmehr in B zu einer Flüssigkeit von höchster Flüchtigkeit. Sobald dieses geschehen ist, wird unter A der Ofen hinweggenommen und ersetzt durch ein Gefäß mit kaltem Wasser; zugleich entfernt man den Wasserbehälter CC, der B umgeben hatte. Sofort beginnt das flüssige Ammoniak sich in Dampf zu verwandeln, der wieder von dem in A befindlichen Wasser absorbirt wird. Die Verdunstung ist so energisch, daß in B eine Erkältung von —40° eintritt und Wasser rasch gefriert, welches sich in einem in B eingeschobenen Cylinder befindet. Die Ammoniaklösung kann nun aufs neue und in derselben Weise zur Eiserzeugung verwendet werden.

3. Stickstoff.

Der Stickstoff, Nitrogenium, N = 14, ist ebenfalls ein gasförmiges Element, etwas leichter als Luft, farb- und geruchlos. Dem Raume nach bestehen vier Fünftel der Atmosphäre aus Stickstoff, dem ein Fünftel Sauerstoff beigemengt ist. Im übrigen findet sich derselbe weder häufig, noch massenhaft; doch enthalten thierische Stoffe, mit Ausnahme des Fettes, durchschnittlich 16 Procent Stickstoff; im Pflanzen- und Mineralreich ist er selten. Von verschiedenen Methoden, um reinen Stickstoff zu erhalten, beschreiben wir die nachfolgende: In einer kleinen Retorte (Taf. 3, Fig. 16) erhitzt man salpetrigsaures Ammoniak NH_4NO_2, das sich zersetzt in Stickstoff und Wasser ($N_2 + 2H_2O$); letzteres verdichtet sich in der dreihalsigen Flasche, während das Gas in bekannter Weise aufgefangen wird. Abgesehen davon, daß eine brennende Kerze in Stickstoffgas erlischt, hat dasselbe keine ausgezeichneten Eigenschaften, allein dasselbe bildet verschiedene wichtige Verbindungen, von denen die Salpetersäure HNO_3, auch Scheidewasser genannt, in der Technik vielfach Verwendung findet. Beim Faulen thierischer Stoffe entsteht die vorhin genannte gasförmige Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff, das Ammoniak NH_3, das durch seinen stechenden Geruch sich leicht bemerklich macht. Seine Lösung in Wasser heißt Salmiakgeist und ist ein bekanntes Arzneimittel. Zu dessen Darstellung im kleinen wird in einem Kolben (Fig. 20) ein Gemenge von gebranntem Kalk und Salmiak erhitzt; das entweichende Ammoniakgas wird gewaschen, indem es eine dreihalsige Flasche passirt, die etwas Wasser enthält; es tritt sodann in eine Flasche mit reinem Wasser und wird von diesem absorbirt.

Ammoniak und Salze desselben bilden sich fer-

ner, wenn thierische Stoffe erhitzt werden. In der That war der beim Verbrennen des Kamelmistes entstehende Ruß die älteste Quelle zur Gewinnung von Chlorammonium oder Salmiak NH_4Cl. Aber auch die Steinkohle, die durchschnittlich 0,8 Procent Stickstoff, entsprechend 1 Procent Ammoniak enthält, liefert dasselbe, wenn sie erhitzt wird. Dies ist der Fall bei der Gasfabrikation, wo in dem nebenbei auftretenden Theerwasser Ammoniak enthalten ist. Da jährlich Millionen Centner Steinkohlen zur Gaserzeugung der Destillation unterworfen werden, so könnte hierdurch der ganze Bedarf an Ammoniak gedeckt werden. Seine Gewinnung aus den Theerwassern ist jedoch mit Schwierigkeit verbunden, weil dieselben nur sehr verdünnte Ammoniaklösungen und außerdem verunreinigt sind durch übelriechende Theerstoffe. Sie geschieht, indem Theerwasser in einem Kessel A (Taf. 7, Fig. 9) erhitzt wird; es entwickelt sich Ammoniakgas, das, begleitet von Wasserdampf, durch das Rohr d in die erweiterten Einsätze e und f tritt, welche von den mit Gaswasser gefüllten Kühlern B und C umgeben sind. Der Wasserdampf wird hierdurch zu Wasser verdichtet, das wieder nach A zurückfließt, während das Ammoniak durch g weiter geht, bei geschlossenem Hahn h in die Vorlage E und von hier durch die mit Kohlenpulver gefüllten Filter G und H in die Vorlage F gelangt, welche reines Wasser enthält, von dem es absorbirt wird. Die Kohlenfilter reinigen das Gas von den Theerstoffen. Sie müssen von Zeit zu Zeit erneuert werden, während dessen man den Hahn i schließt und h öffnet; das Ammoniak wird alsdann von der in der Vorlage D befindlichen Salzsäure unter Bildung von Salmiak aufgenommen. Nach Vollendung der Operation wird der Kessel durch a entleert, das vorgewärmte Theerwasser aus B und C durch Oeffnen der Hähne l und m nachgefüllt und die Arbeit fortgesetzt.

Die Verbindung des Stickstoffs mit Kohlenstoff wird Cyan genannt, d. i. „Blaustoff", weil sie, mit Eisen vereinigt, die unter dem Namen Berlinerblau bekannte prachtvolle blaue Farbe bildet. Seine chemische Formel ist NC_2, wofür jedoch in der Regel das Zeichen Cy gesetzt wird. Die Bildung des Cyans findet nur unter gewissen Umständen statt und wird fabrikmäßig bewirkt, indem thierische Abfälle verschiedener Art, insbesondere Wolle, Leder und Flechsen, mit einem Zusatz von Pottasche und Eisendrehspan erhitzt werden. Die genannten Rohstoffe werden in kleine verschließbare eiserne Kessel (Fig. 10) gebracht, durch deren Deckel ein Rührwerk geht, worauf man sie bis zum Glühen und Schmelzen des Kesselinhalts erhitzt. Hierbei tritt eine Zersetzung der Thierstoffe unter Entweichung von Gasen ein, und es hinterbleibt eine schwarze Schmelze, die, mit Wasser behandelt, eine Lösung gibt, aus der nach vollzogener Klärung schöne große Krystalle von gelber oder orangerother Farbe sich ausscheiden.

Dieses Salz ist eine Verbindung von Cyan mit Kalium und Eisen, Cy_6KFe, und heißt Cyaneisenkalium. Da anfänglich zu seiner Darstellung eingetrocknetes Blut verwendet wurde, so ist für dasselbe allgemein der Name Blutlaugensalz gebräuchlich. Seine Hauptverwendung findet es zur Darstellung von Berlinerblau, das als Niederschlag sich bildet, wenn eine Lösung desselben mit einer eisenhaltigen Lösung zusammengebracht wird.

Unterwirft man das Blutlaugensalz mit Schwefelsäure der Destillation, so entsteht Cyanwasserstoff CyH, ein farbloses, eigenthümlich nach bittern Mandeln riechendes, höchst giftiges Gas, das, in Wasser geleitet, sich darin auflöst und wässerige Cyanwasserstoffsäure, sogenannte Blausäure, bildet. Aus Quecksilberoxyd zersetzt sich dieselbe in Wasser und Cyanquecksilber $HgCy_2$, das in farblosen Krystallen erhalten wird. Indem man endlich die letztgenannte Verbindung erhitzt, erhält man das Cyan in Gestalt eines farblosen Gases, das mit purpurblauer Flamme brennt.

4. Schwefel.

Der Schwefel, $S = 32$, ist ein Element von hervorragender Bedeutung; er findet sich vereinzelt an wenigen Orten gediegen, von welchen die Umgebung von Girgenti auf Sicilien die ergiebigste Fundstätte ist, indem sie wol drei Viertel alles Schwefels liefert, der in der Welt verbraucht wird. Außerdem kommt der Schwefel vor in Verbindung mit Eisen, dem sogenannten Schwefelkies oder Pyrit, FeS_2, der 50 Procent Schwefel enthält und zu dessen Gewinnung benutzt wird; auch andere Metalle, wie Kupfer, Quecksilber, Zink, Kobalt, Nickel, Antimon und Arsen finden sich vorherrschend in Verbindung mit Schwefel. Seine Verbindung mit Sauerstoff, Schwefelsäure, ist ein Bestandtheil massenhaft vorkommender Minerale, wie des Gipses, Schwerspates, Strontianspats. Endlich begegnen wir noch Schwefel in der organischen Natur, indem er bis 2 Procent in den eiweißartigen Stoffen der Pflanzen und Thiere enthalten ist.

Auf Sicilien erscheint der Schwefel in Form eingesprengt in Gesteinen, die aus Kalk, Gips, Mergel bestehen. Dieselben werden gebrochen, führen einen sehr ungleichen Gehalt an Schwefel, dem einige 6, andere 15 und die reichsten 25 Procent liefern. Man gewinnt denselben hauptsächlich durch Ausseigerung, d. i. Ausschmelzung, indem man die Gesteine zu einem Meiler mit geeigneten Dimensionen aufeinandersetzt, von außen mit Erde deckt und nach einem Sammelloch. Obgleich dieses Verfahren mit sehr erheblichem Verlust an Schwefel verbunden ist, so läßt der Mangel an Brennmaterial in Sicilien gegenwärtig kaum zu, und die Taf. 6, Fig. 1 abgebildete Einrichtung kommt deshalb seltener zur Ausführung. Aus einer gemauerten Kammer a, die mittels des abgehenden Feuers von außen erwärmt wird, fällt man durch den Schieber b den erwärmte Schwefel führende Gestein in einen nach verschließbaren Kessel von Gußeisen a, der von dem Feuer umspielt wird. Die entstehenden Schwefeldämpfe streichen durch das Rohr d und verdichten sich in der Vorlage e; von da fließt der flüssigen Schwefel durch f in einen Kasten oder Form.

Die Gesammterzeugung von Schwefel wird gegen 6 Millionen Centner im Werthe von Millionen Franken angeschlagen, und es nimmt die Industrie Englands allein 37 Procent in Anspruch.

Der aus den Meilern ausgeschmolzene Schwefel ist mit 0,5 bis 3 Procent von dem Gestein und den Stoffen verunreinigt und muß daher in Form seiner nachherigen Verwendung gereinigt und finirt werden. Dies geschieht in dem Taf. 6, Fig. 2 dargestellten Apparat. In einen Vorrath wird der Rohschwefel gebracht und durch die Hitze der Feuerung geschmolzen; er läuft durch das Rohr hic in den Cylinder a ab, der letzterer ist der directen Wirkung

usgesetzt, welche den Schwefel in Dampf verwandelt, er durch das weite Abzugrohr b in eine benachbarte eräumige Kammer tritt und dort zu flüssigem Schwe- l sich verdichtet, der auf der geneigten Bodenfläche ei p in den Kessel q abgelassen und in kleine Cylin- er, zu Stangenschwefel, geformt wird.

Wenn man diesen Destillationsproeß in der Weise ornimmt, daß die Kammer sich nicht erwärmt, so chlägt sich der Schwefel in Gestalt eines feinen Stau- es, der sogenannten Schwefelblumen, nieder und ird in dieser Gestalt für verschiedene Zwecke in den handel gebracht.

Zu den bekanntern Eigenschaften des Schwefels fügen ir ergänzend hinzu, daß derselbe bei 115° schmilzt, bei ,00° siedet und sich in Dampf verwandelt. Etwas über iesen Punkt bei Zutritt der Luft erhitzt, entzündet er ich und verbrennt mit blauer Flamme; das hierbei ntstehende Product, gewöhnlich unrichtigerweise Schwe- eldampf genannt, ist schweflige Säure SO_2, ein erstickend riechendes Gas, das häufig Verwendung indet zum Bleichen von Wolle, Stroh und Federn, owie zur Conservirung von Speisen und Getränken. Seine Anwesenheit verhindert die Entwickelung der keime kleiner Organismen und dadurch den Eintritt der Gärung und Fäulniß.

Die schweflige Säure ist ferner die Vorstufe zur Bildung der Schwefelsäure, H_2SO_4, dieser in der Technik so vielfach verwendeten Verbindung, daß man die Größe ihres Verbrauchs in einem Lande als Grad- messer für dessen industrielle Entwickelung bezeichnet hat.

Die Schwefelsäure läßt sich betrachten als die Ver- bindung von 1 Atom Schwefel mit 3 Atomen Sauer- stoff SO_3, wozu noch die Bestandtheile von Wasser H_2O hinzukommen. Es gelingt jedoch nicht, dem Schwefel 3 Atome Sauerstoff ohne weiteres zuzuführen; beim Verbrennen nimmt er aus der Luft deren nur zwei auf und bildet schweflige Säure SO_2. Die weitere Oxydation geschieht durch die Einwirkung von Salpetersäure auf die schweflige Säure, indem erstere einen Theil ihres Sauerstoffs an diese abgibt und sie in Schwefelsäure verwandelt. Die Salpetersäure wird durch diese Abgabe von Sauerstoff zurückgeführt in ein Gas, das Stickoxyd NO heißt und das die merkwürdige Eigenschaft besitzt, sobald es mit Luft zu- sammenkommt, aus dieser unverzüglich Sauerstoff auf- zunehmen und sich in salpetrige Säure N_2O_3 zu verwandeln. Auch diese Verbindung gibt aber, wenn sie mit schwefliger Säure in Berührung kommt, an diese 1 Atom Sauerstoff ab und verwandelt sich zu- rück in Stickoxyd. Letzteres wiederholt nun die Auf- nahme von Sauerstoff aus der Luft und dessen Ab- gabe zur Bildung von Schwefelsäure so oft und so lange, als dazu Gelegenheit gegeben ist; es spielt gleichsam die Rolle eines Sauerstoff borgenden und herleihenden Dieners. Während die Mechanik vergeb- lich nach einem Perpetuum-mobile sucht, hat also die Che- mie in dem Stickoxyd ein Perpetuum-agile aufgefunden.

Auf diesen chemischen Zersetzungen und Bildungen beruht der Proeß der Schwefelsäurefabrikation, der darin besteht, durch Verbrennung von Schwefel zuerst schweflige Säure darzustellen, hernach unter Gegen- wart von Wasserdampf Salpetersäure einwirken zu lassen, die in Stickoxydgas verwandelt wird, das als- dann seinen Dienst fortsetzt.

In der Vorlesung über Experimentalchemie bedient man sich des Apparats Taf. 3, Fig. 18, um den ge- schilderten Vorgang zu veranschaulichen. Zu diesem Zweck wird die erforderliche schweflige Säure nicht durch Verbrennung von Schwefel, sondern dadurch er- zeugt, daß man in einer kleinen Retorte a Kupfer- späne mit Schwefelsäure erhitzt; das Gas tritt durch eine kleine, Wasser enthaltende Flasche und gelangt mit Wasserdampf beladen in den Ballon A, der Luft enthält. In der Retorte b entwickelt sich durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Kupferspäne Stick- oxydgas, das ebenfalls in den Ballon sich begibt, wo nunmehr alle Bedingungen zur Schwefelsäurebildung erfüllt sind. Die weitern, mit A in Verbindung stehenden Kolben B und c begünstigen die Vollendung des Processes; durch das Rohr c kann erforderlichen- falls frische sauerstoffhaltige Luft zugeführt werden, während in B und C eingesetzte Rohre einen Ausweg für den Stickstoff der Luft gestatten, der an dem gan- zen Proeß keinen Antheil nimmt. Die entstandene Schwefelsäure sammelt sich auf dem Boden der Ballons A und C.

Die Schwefelsäurefabrikation ist eine der nur im größten Maßstabe ausgeführten Industrien. Zur Erzeugung der schwefligen Säure verwendet man ent- weder Rohschwefel, oder man erhitzt schwefelhaltiges Eisenerz, Eisenkies FeS_2, sodaß dessen Schwefel- gehalt verbrennt. Im übrigen ist der Verlauf der- selbe. Taf. 6, Fig. 6 zeigt einen der besten sogenann- ten Kiesbrenner im Querdurchschnitt, in vorderer Ansicht und im seitlichen Durchschnitt. Derselbe hat die Gestalt eines Schachtofens, dem bei a Luft einge- blasen wird. Durch die Oeffnungen d d d wird ein- gepochter Schwefelkies eingeführt, der sich über ein System von durchbrochenen Sohlen aus Thon ver- breitet. Die Feuerung befindet sich über dem Rost r, und die bei der Verbrennung des Schwefels entstehende schweflige Säure wird durch den eingeblasenen Wind aufwärts nach e und in der Richtung e g des seitlichen Durchschnitts nach der Flugstaubkammer E geführt, wo die unverbrennlichen Theile des Kieses sich absetzen, während die schweflige Säure ihren Weg in die Schwefel- säurekammer fortsetzt.

An Stelle der in dem Vorlesungsversuch benutzten Ballons treten in der großen Fabrikation die Blei- kammern, Räume von 100—2000 Kubikmeter In- halt, deren Wände belleidet sind mit Bleiplatten, welche von den hier auftretenden Säuren nicht angegriffen werden. Fig. 5 gewährt uns den Einblick in die Einrichtung einer Fabrik, die täglich 150—200 Ctr. Schwefelsäure erzeugt. A ist der Schwefelbrenner, aus welchem das aus der Verbren- nung von Rohschwefel hervorgehende Schwefligesäure- gas durch die Rohre B und D in die Vorkammern C und E tritt; in letzterer befindet sich ein System von terrassirten Pyramiden aus Steingut, über wel- ches, von außen kommend, Salpetersäure langsam herabfließend sich ausbreitet und in Stickoxyd zersetzt und somit der Proeß der Schwefelsäurebildung ein- geleitet wird. Derselbe setzt sich fort in der Haupt- kammer G sowie in den hintern Kammern I und M, welche durch die Rohre F, H und K in Verbindung stehen. Ein Dampfkessel R dient, um in die Kam- mern oben durch die Oeffnungen SS von Zeit zu Zeit Wasserdampf einzublasen. Dem unbetheiligten Stick- stoff ist der Ausweg durch den Schlot PO gestattet. Der Theorie gemäß sollte das einmal gebildete Stick- oxydgas hinreichen, um ins Unendliche schweflige Säure überzuführen in Schwefelsäure. Unvermeidliche Ver- luste machen jedoch eine Erneuerung der Zufuhr von Salpetersäure nöthig, von der man 4—6 Pfd. braucht, um 100 Pfd. Schwefel in Schwefelsäure zu verwandeln.

Wie ersichtlich, liegt die Hauptkammer G am tief- sten, und in ihr fließt aus allen Kammern die in den- selben gebildete Schwefelsäure zusammen; aus C und E durch die Leitung gg. Das hier sich ansammelnde

Product, Kammersäure genannt, ist eine mit Wasser verdünnte Säure, welche concentrirt werden muß. Zu diesem Zwecke wird sie anfänglich in Bleipfannen erhitzt, wodurch ein Theil des Wassers verdampft; sobald jedoch ihr Siedepunkt 200° erreicht, greift die Säure das Blei an. Sie wird nunmehr in eine Destillirblase von Platin B (Fig. 7) gebracht und darin weiter erhitzt. Der entstehende Wasserdampf entweicht durch das Helmrohr C; sobald ein in die Blase eingelassenes Thermometer die Temperatur von 338° anzeigt, hat die Säure die erforderliche Concentration erreicht, und es wird der Hahn r des Hebers H geöffnet, der aus einem stets mit Schwefelsäure gefüllten Platinrohr besteht und durch welchen die Säure abfließt. Das Heberrohr ist mit Wasser umgeben, um die Säure abzukühlen. Durch ein sinnreiches bewegliches Heberwerk v läßt man von S her aus der Bleipfanne frische Säure durch den Sperrtrichter U nachfließen. Die zu dieser Operation verwendeten Platinkessel sind sehr theuer, und man bedient sich daher jetzt wieder häufiger der gläsernen Retorten oder Flaschen zum Concentriren der Schwefelsäure, wie Fig. 8 uns eine solche von 136 Liter Inhalt zeigt, die in einem Sandbad sitzt. Dieselbe steht durch ein gebogenes Glasrohr mit einer bleiernen Vorlage C in Verbindung, zur Aufnahme des Destillats. Eine Anzahl solcher Vorrichtungen wird durch ein gemeinschaftliches Feuer geheizt.

Die Schwefelsäure H_2SO_4, auch Schwefelsäurehydrat oder englische Schwefelsäure genannt, hat das specifische Gewicht 1,85 und ist eine farb- und geruchlose Flüssigkeit von höchst saurer ätzender Beschaffenheit und daher äußerst gefährlich. Ihre Anwendung ist eine sehr ausgedehnte, indem sie insbesondere zur Darstellung fast aller andern Säuren dient.

Vornehmlich in Sachsen wird durch Destillation aus dem Eisenvitriol die braune Rauchende Schwefelsäure, auch Vitriolöl genannt, gewonnen. Dieselbe ist ein Gemenge von wasserfreier Schwefelsäure (Schwefelsäure-Anhydrit, SO_3) mit Schwefelsäurehydrat ($2H\,SO_4$) und dient hauptsächlich zur Auflösung des Indigos, der von letzterer nicht verändert wird.

Indem wir noch einiger Verbindungen des Schwefels zu gedenken haben, kommen wir zurück auf einige Abbildungen der Tafel 3 unsers Atlas.

Zunächst verdient der Schwefelwasserstoff H_2S unsere Aufmerksamkeit. Dieses durch seinen abscheulichen, an faule Eier erinnernden Geruch übel charakterisirte Gas bildet sich bei der Fäulniß schwefelhaltiger organischer Stoffe; es ist brennbar und sehr giftig. In der analytischen Chemie erweist es jedoch unschätzbare Dienste durch sein Verhalten gegen die schweren Metalle, welche es aus ihren Lösungen in Gestalt von eigenthümlich gefärbten, meist schwarzen Niederschlägen ausscheidet. Es dient daher nicht nur als ein qualitatives Erkennungsmittel zur Entdeckung der Gegenwart eines solchen Metalls, sondern erforderlichenfalls zur gänzlichen Entfernung desselben.

Zu diesem Zweck bereitet der Chemiker den Schwefelwasserstoff, indem er Schwefeleisen FeS übergießt mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure. In den großen Unterrichtslaboratorien hält man dieses Gas vorräthig in Gasometern, von welchen Zuleitungsröhren mit verschließbaren Hähnen dasselbe an Ort und Stelle führen. Beim Verbrauch in kleinerm Maßstabe empfehlen sich Apparate, die jederzeit zur Entwickelung von Schwefelwasserstoff parat sind und die ihre Thätigkeit von selbst einstellen, sobald dieselbe nicht mehr erfordert wird. Ein solcher ist Taf. 3, Fig. 10 abgebildet. Zur Instandsetzung desselben wird zuerst in den mittlern Ballon durch die Oeffnung geschmolzenes Schwefeleisen in haselnußgroßen Stücken eingebracht und sodann ein Glasrohr mit gutem Hahn eingesetzt. Der obere Trichterballon wird dicht in die Mündung c. Durch seine Oeffnung gießt die Säure eingegossen, bis sie den mittlern Ballon etwa halb anfüllt, und nunmehr der Hahn geöffnet. Es beginnt die Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, welches allmählich den mittlern Ballon füllt und endlich die Säure durch die untere Oeffnung des Trichterballons in diesen hinaufdrückt, wie das Glas zeigt. Mit der Verdrängung der Säure aus dem Mittelballon hat aber die Weiterentwickelung des Gases ein Ende, und der Apparat ist zum Gebrauch fertig. Es genügt die Oeffnung des Hahns, um das Gas durch die an das Kautschukrohr angefügte Glasröhre in die zur Untersuchung bestimmte Flüssigkeit treten zu lassen. In dem Maße, als Gas aus dem Mittelballon austritt, steigt die Säure zu demselben auf und erzeugt aufs neue dessen Entwickelung.

Denselben Dienst leistet der viel einfachere Apparat Fig. 11. In die Flasche A wird zuerst eine untere Oeffnung übersteigende Schicht von grobem Holzkohlenpulver gebracht und hierauf Stücke Schwefeleisen aufgefüllt. Alsdann wird der gebogene Glashahn R aufgesetzt und A mit der leeren Flasche B durch ein Kautschukrohr in Verbindung gesetzt und letztere mit der Säure gefüllt. Beim Oeffnen des Hahnes R dringt die Säure durch das Kohlenpulver und steigt in A bis zur halben Höhe, wodurch die Gasentwickelung beginnt. Nun wird der Hahn geschlossen; das Gas treibt die Säure wieder zurück nach B, worauf dessen Entwickelung aufhört und der Apparat zum Gebrauch fertig ist. Bei beiden Apparaten wird Eintritt und Gang der Gasentwickelung regulirt einerseits durch den Luftdruck, andererseits durch die Spannung des Schwefelwasserstoffgases.

Als elegantes Experiment mag noch die Bildung des Schwefelwasserstoffs angeführt werden. In kurzem Schenkel einer Glasröhre (Fig. 9) wird etwas Kalium gebracht, dieselbe mit Luft gefüllt und sodann ein abgemessenes Volumen Schwefelwasserstoff in derselben aufsteigen gelassen. Durch Erhitzen des Kaliums vermittels der Lampe verbindet sich der Schwefel mit dem Kalium, und es bleibt ein Theil des Wasserstoffgas übrig, das gemessen wird.

Eine interessante Verbindung bildet der Schwefel mit dem Kohlenstoff; sie wird Schwefelkohlenstoff CS_2 genannt und entsteht, wenn Schwefeldämpfe über glühende Kohlen geleitet wird. Es wird dies fabrikmäßig unter Anwendung des Apparats Fig. 19. Ein aufrecht stehender Cylinder A aus Gußeisen wird durch die weitere Oeffnung E mit Stücken von gutgetrockneter Holzkohle angefüllt und der in Derselbe befindet sich inmitten eines Ofens, der in Brand gesetzt wird. Sobald der Cylinder glühend ist, schiebt man in die engere Oeffnung von E eine Röhre in das Rohr c, der sofort schmilzt und verbrennt, worauf er, in Dampf verwandelt, durch die Schicht glühender Kohle streicht und mit ihr in Verbindet. Selbstverständlich sind die Oeffnungen durch Pröpfe verschlossen worden und der so entstandene äußerst flüchtige Product gelangt in vorgelegten Ballon I, wo ein Theil desselben verdichtet und durch den Hahn K in die darunterliegenden L und O übergeführt wird. Ein anderer Theil wird, indem er dampfförmig weiter durch die Röhren PP und den Kühlapparat Q geht, verdichtet und aufgesammelt.

Als Product wird aus den verwendeten

ie beide feste, unlösliche Körper sind, der Schwefelkohlen-
off in Gestalt einer wasserhellen Flüssigkeit gewonnen,
ie das Licht so stark bricht, daß ein damit gefülltes
risma die prachtvollsten Farben zeigt; derselbe ist
rennbar, etwas schwerer als Wasser, riecht höchst ab-
heulich und siedet schon bei 15°. Diese außerordent-
che Flüchtigkeit macht ihn sehr geeignet, in Vor-
fungen die bei rascher Verdunstung eintretende Kälte
achzuweisen. Auf ein Bretchen gießt man einige
ropfen Wasser, setzt in dieses eine kleine Platin-
ale, die etwas Schwefelkohlenstoff enthält; durch
lasen mit dem Balg beschleunigt man dessen Ver-
nstung, und in wenig Augenblicken ist die Schale
tgefroren.

Der Schwefelkohlenstoff löst Schwefel, Phosphor,
arze, Kautschuk, Fette und Oele, und wird zur Ge-
nnung und Reinigung derartiger Stoffe, insbesonde-
re zur Vulkanisirung des Kautschuks verwendet.

5. Phosphor.

Der Phosphor, P=31, wurde gegen das Ende
s 17. Jahrhunderts von goldmachenwollenden Labo-
nten entdeckt, die keine Ahnung haben konnten, daß
ser Stoff, der damals mit unsäglicher Mühe dar-
stellt und Goldes werth bezahlt wurde, heutigentags
der ärmsten Hütte in Gestalt der Zündhölzer als
genstand des täglichen Verbrauchs eingeführt ist.
Die Natur bietet dieses Element nur als Phos-
orsäure P_2O_5, welche in Verbindung mit Kalk
ige Minerale bildet, deren bekannteste der Apatit
der Phosphorit sind. Ihre Verbreitung ist
ing, doch hat bei stets zunehmender Wichtigkeit der-
en die eifrige Nachforschung zur Entdeckung grö-
er Phosphoritlager, u. a. des von Limburg an der
n, geführt. Die Verwitterung solcher Minerale
heilt den phosphorsauren Kalk in der Erdober-
e, wo er, von den Pflanzen aufgenommen, ins-
ndere in den Samen der Gräser, Getreide und
senträger sich vorfindet. Dem Thiere als Nahrung
end, führen sie den phosphorsauren Kalk über in
n Körper, wo er das Knochengerüst bildet. Ueber-
enthalten die Gehirn- und Nervensubstanz, sowie
Muskel und der Urin etwas Phosphor. Einen
en Umweg legt also der Phosphor zurück, bis der
rikant in den Knochen das alleinige Rohmaterial
lt, aus dem er ihn darstellt.

ie Fabrikation des Phosphors beginnt mit dem
nen der Knochen, wodurch die in denselben ent-
ne Leimsubstanz zerstört wird; es geschieht dies
Schachtöfen, die Aehnlichkeit mit den Kalköfen
n. Dabei hinterbleibt die weißgebrannte, poröse
henasche, die sich leicht zu Pulver mahlen läßt,
in einem hölzernen Bottich mit 70 Procent etwas
nnter Schwefelsäure angerührt wird. Die Schwe-
ire entzieht der Knochenasche zwei Drittel ihres
ehalts und scheidet denselben in Gestalt von un-
hem Gips ab; die verbleibende Auflösung enthält
etzte Drittel Kalk, verbunden mit Phosphorsäure;
ird anfänglich in Bleipfannen für sich allein ein-
apft, später vermischt mit grobem Pulver von
ohle in eisernen Kesseln, und zuletzt bei schwacher
itze völlig eingetrocknet. Zwölf bis funfzehn Pfund
getrockneten Masse werden in eine flaschenför-
Retorte von feuerfestem Thon gefüllt, deren in
sogenannten doppelten Galerenofen (Taf. 7,
1) zwei Reihen von je 18 Stück mit zugewendetem
rtheil liegen und von einem nach der Längen-
durchziehenden Feuer bis zum Hellrothglühen er-
orden. In dieser hohen Temperatur wirkt die
zersetzend auf die Phosphorsäure, der sie den
Sauerstoff entzieht; der freiwerdende Phosphor ent-
weicht als Dampf, gemengt mit brennbaren Gasen.
Nach einigen Stunden erscheint bei der Vorlage eine
weißblaue Flamme, deren Uebergang in blendendes
Weiß den Beginn der Destillation anzeigt. Die Vor-
lage besteht aus zwei durch Hälse verbundenen Glocken
von Steingut, die in mit Wasser gefüllten Untersätzen
stehen. In letztern verdichtet sich der Phosphor und
kann mit Leichtigkeit herausgenommen werden.

Um Coak und Steinkohle als Heizmaterial ver-
wenden zu können, hat man auch den Oefen zur
Destillation von Phosphor die in Fig. 12 im seit-
lichen Durchschnitt dargestellte Einrichtung gegeben.
Aehnlich wie bei der Erzeugung des Leuchtgases liegen
hier fünf Thoncylinder zu zwei und drei übereinander, in
welche das Gemisch von Kohle und phosphorsaurem
Kalk eingebracht wird. Von jedem mündet ein Rohr
in eine oben gewölbte, unten offene Stürze b von
einem Meter Länge, welche durch Röhren mit einem
ähnlichen davorstehenden Gefäß b in Verbindung steht,
das einige Oeffnungen zum Entweichen der Gase hat.
Beide stehen in einer Rinne c, durch welche kaltes
Wasser fließt, das durch eine schmale Oeffnung ganz
unten an der vordern Seite eintritt und durch eine
etwas höher angebrachte Oeffnung β an dem hintern
Ende austritt (s. Fig. α und β neben Fig. 11).
Der in dieser als Vorlage dienenden Vorrichtung ver-
dichtete Phosphor kann so von dem durchfließenden
Wasser nicht hinweggeführt werden.

Der rohe Phosphor ist unrein, roth, braun und
schwarz gefärbt; er wird gereinigt, indem man ihn
unter Wasser geschmolzen durch sämisch Leder preßt
oder mit Sand vermischt einer nochmaligen Destilla-
tion unterwirft; 136 Pfd. Retortenfüllung liefern
21 Pfd. rohen und 17 Pfd. gereinigten Phosphor, der
wachsweich, blaßgelb und durchsichtig ist. In den
Handel kommt er meist in Gestalt von kleinfingerdicken
Stangen. Diese Form erhält er durch Schmelzen in
einem Trichter e, Fig. 13, der in einem Wasserbade a
sich befindet. Beim Oeffnen des Hahns bei b fließt der
Phosphor in eine angesetzte Glasröhre, die in einer
Kufe mit kaltem Wasser sich befindet, wodurch der
Phosphor erstarrt und ein wenig aus der Glasröhre
hervortritt. Zieht man die Phosphorstange heraus,
so fließt geschmolzener Phosphor nach und erstarrt,
sobald er in das kalte Wasser kommt, sodaß man
sämmtlichen Phosphor wie einen Draht aus c ziehen kann.

Der Phosphor dient fast ausschließlich zur Anfertig-
gung der Zündhölzer, und bei dem ungeheuern Ver-
brauch derselben hat seine Fabrikation große Verhält-
nisse angenommen und ist sein Preis bis unter 1 Thlr.
für das Pfund gesunken. Das in Frankreich ange-
strebte Verfahren, denselben direct aus dem vom Mi-
neralreich gelieferten Phosphorit durch Zersetzung des-
selben mittels Kieselsäure (Sand) und Kohle in Schacht-
öfen vorzunehmen, verspricht denselben noch billiger
zu liefern. Es läßt sich alsdann erwarten, daß der
gewöhnliche, giftige und leicht entzündliche Phosphor
in den Zündhölzern gänzlich verdrängt wird durch
Ueberführung desselben in rothen oder amorphen
Phosphor, der weder giftig noch leicht entzündlich
ist und beim Reibzeug der schwedischen Reibzünder bei-
reits verwendet wird.

Wenn auch technisch von keiner Bedeutung, so ist doch
das Phosphorwasserstoffgas interessant dadurch,
daß es im Moment seines Zusammentreffens mit Luft sich
entzündet, mit leuchtender gelber Flamme unter Bil-
dung weißer Nebelringe verbrennt, wie Taf. 3, Fig. 15
solche zeigt, wo aus dem Gasentwickelungsrohr kleine
Blasen von diesem Gase aus dem Wasser aufsteigen.

Die Retorte ist nahezu angefüllt mit schwacher Kalilösung, in welcher etwas Phosphor sich befindet. Beim Erhitzen derselben beginnt die Entwickelung des Phosphorwasserstoffgases.

Man kann diese Erscheinung auch auf andere Weise hervorrufen. In den Boden eines Tiegels (Fig. 17) wird ein Loch gebohrt und in dieses der Hals eines kleinen Kolbens eingekittet, der Phosphor enthält. Hierauf füllt man den Tiegel mit Stückchen von Kalk, bedeckt und bringt ihn durch Umgebung mit glühenden Kohlen in lebhaftes Glühen; sobald dies erreicht ist, legt man einige glühende Kohlen unter den Kolben, wodurch der Phosphor verdampft und mit dem Kalke in Berührung kommend die Bildung von Phosphorcalcium bewirkt. Wird nach dem Erkalten ein Stückchen des letztern herausgenommen und ins Wasser geworfen, so steigen alsbald aus demselben kleine Blasen von Phosphorwasserstoff auf, welche sich entzünden. Zugleich verbreiten sie den eigenthümlichen Geruch dieses Gases nach faulen Fischen.

In beiden Fällen beruht dessen Bildung auf der Zersetzung von Wasser, dessen Wasserstoff mit dem Phosphor das selbstentzündliche Gas bildet, während sein Sauerstoff mit Phosphor zu unterphosphoriger Säure sich verbindet, die mit dem Kali oder Kalk sich vereinigt.

6. Arsen.

Arsen, As = 75, nennt der Chemiker das metallähnliche Element, das mit Sauerstoff verbunden die arsenige Säure As_2O_3 bildet, dies furchtbare, unter dem Namen Arsenik nur allzu bekannte Gift. Das Arsenmetall findet sich im Mineralreich gediegen, jedoch häufiger in Verbindung mit Eisen und andern Metallen, aus der es durch Erhitzen in Gestalt kleiner, schwarzgrau glänzender Scheiben (auch Kobaltluchen genannt) gewonnen wird. Das Arsen läßt sich leicht und unter Verbreitung eines charakteristischen Knoblauchgeruchs in Dampf verwandeln. Geschieht dies unter geeignetem Luftzutritt, so oxydirt es sich zu einem weißen Sublimat (Giftmehl) von Arsenik, das gesammelt und in einem Kessel erhitzt zu einer glasigen Masse erweicht, die später ein porzellanartiges Ansehen annimmt. Dasselbe hat eine nicht unbedeutende Verwendung bei der Glasfabrikation und in der Farbentechnik.

Hier gedenken wir der analytischen Methoden, welche gestatten, das Vorhandensein von Arsen höchst genau und sicher nachzuweisen, wie dies insbesondere bei vermutheten Vergiftungsfällen von höchster Wichtigkeit ist. Hat sich bei einem solchen ein verdächtiger weißer Körper vorgefunden, so genügt ein Körnchen von der Größe eines Zehntel Stecknadelkopfes zur Beweisführung. Dasselbe wird in die ausgezogene Spitze a einer Glasröhre (Taf. 3, Fig. 12) gebracht und davor ein kleiner Splitter von Holzkohle eingeschoben, die man mit der Lampe glühend macht. Hierauf wird die in der Spitze befindliche Probe erhitzt; bestand dieselbe wirklich aus Arsenik, so verwandelt sich letzterer in Dampf, der in Berührung mit glühender Kohle an diese seinen Sauerstoff abgibt, während metallisches Arsen in Gestalt eines schwarzglänzenden Ringes bei c sich anlegt.

Weit empfindlicher ist das Verfahren, wenn Arsenik in Lösung sich befindet, was in Vergiftungen bei Getränken, Speisen, dem Mageninhalt u. s. w. der Fall sein kann. Die zu untersuchende Flüssigkeit wird mit etwas Zink in eine Gasentwickelungsflasche a (Fig. 13) gebracht und Schwefelsäure zugegossen; es entwickelt sich Wasserstoff, dem, wenn Arsenik vorhanden war, etwas Arsenikwasserstoff beigemengt ist. Die Gase streichen durch das Chlorcalciumrohr c, wodurch sie getrocknet werden; sie gelangen alsdann ein zum Glühen erhitztes Glasrohr, in welchem durch der Arsenikwasserstoff sich zerlegt in metallisches Arsen, das als schwarzer Ring hinter der Flamme sich anlegt, und in entweichenden Wasserstoff.

7. Kohlenstoff.

Der Kohlenstoff, Carbo, C = 12, dieses wunderbare Element, das in der Gestalt von Kreide völlige Negation des Lichts in tiefster Schwärze entgegentritt, während es krystallisirt den Diamant bildet, aus dem blitzartig das in alle Farben gebrochene Licht vorbricht — erhält seine ganz besondere Bedeutung dadurch, daß es der charakteristische, niemals fehlende Bestandtheil der organischen Welt ist. Nicht nur enthalten alle lebenden thierischen und pflanzlichen Stoffe Kohlenstoff, sondern er ist auch in allen den letzterkommenden Stoffen vorhanden, sodaß man das ganze ungeheuere Gebiet der organischen Verbindungen als die Chemie des Kohlenstoffs bezeichnet hat. Es wie hervorragendem wissenschaftlichen Interesse er in neuester Zeit vorzugsweise cultivirte Fels bietet der Kohlenstoff für sich und in seinen organischen Verbindungen in technischer Beziehung wenige bemerkenswerthe Seiten. Die Gewinnung von Kienruß, Lampenruß, Holz- und Steinkohle erfordert weder chemische Proceduren noch Apparate. Die Darstellung und Verwendung der Kohlensäure zur Bereitung moussirender Getränke ist früher bereits beschrieben worden. Es bleibt hiernach nur eine, aber die bedeutendste Industrie der Erzeugung der Kohlenwasserstoffgase, die Leuchtgasfabrikation, für unsere Betrachtung übrig.

Wo immer wir in der Natur oder in den chemischen Processen einer Verbindung des Kohlenstoffs mit Wasserstoff begegnen — stets ist sie herbeigeführt gen aus der Zersetzung organischer, vorherrschend pflanzlicher Stoffe. Es gibt deren zwei, die der Aufmerksamkeit verdienen, nämlich das leichte Einfachkohlenwasserstoffgas CH_4, dessen specifisches Gewicht 0,5 ist, und das schwere Doppelkohlenwasserstoffgas CH von 0,9 spec. Gewicht. Beide machen in wechselnden Verhältnissen den Hauptbestandtheil des consumirten Leuchtgases.

Das leichte Kohlenwasserstoffgas, auch Sumpf- und Grubengas genannt, weil es sich in den stehender Gewässer durch Zersetzung von Pflanzentheilen sowie in den Steinkohlengruben bildet, brennt mit schwach leuchtender Flamme; das Doppelkohlenwasserstoffgas bildet dagegen eine glänzend leuchtende Flamme. Man hat das letztere auch Aether- und ölbildendes Gas genannt, weil es mit Chlor zu einer ölartigen Flüssigkeit sich verbindet. Beide Gase entstehen bei der trockenen Destillation organischer Körper, d. h. wenn ein solcher bei Abschluß der Luft erhitzt wird. Es lassen sich daher die mannigfaltigsten Stoffe zur Fabrikation von Leuchtgas verwenden, allein es hat dieselbe sich so vorherrschend auf die Kohle beschränkt, daß wir nur diese in Betracht ziehen.

In der Experimentalchemie dient zur Erläuterung des Zersetzungsprocesses der Steinkohle der folgende Versuch. Ein alter Flintenlauf wird in der Mitte durchschnitten und sein Zündloch vernietet. Es wird somit ein eisernes Rohr A (Taf. 5, Fig. 1), mit grüblichem Pulver von Steinkohle angefüllt, in einem Rostofen bis zum Rothglühen erhitzt. In der Vorlage B sammeln sich ammoniakhaltiges Wasser und Theer, dessen flüchtigere Stoffe zum Theil noch in C verdichten, während brennbare Gase durch die aufgesteckte Röhre entweichen.

anzünden lassen. Als Rückstand enthält das
nrohr Coaks in Gestalt einer porösen, schlackigen
se.

ie Hauptproducte der Destillation sind also: brenn-
Gase und Dämpfe, Theerwasser und Theer; es
dieselben, denen wir auch bei der Fabrikation im
ien begegnen. Nicht jede Steinkohle ist in gleicher
e geeignet zur Gaserzeugung; denn wenn auch
allen der Kohlenstoff der vorwaltende, über 80 Pro-
betragende Bestandtheil ist, so findet doch ein
ichtlicher Unterschied in ihrem Gehalt an Sauer-
und Wasserstoff statt, welch letzterer zur Gas-
ng das wesentliche Element ist. Im allgemeinen
die beim Brennen zusammenbackenden Kohlen zur
gewinnung die geeignetsten. Es liefern 50 Kilo
nachbenannten Kohlen an Gas in englischen Ku-
ßen: Zwickau 400, Ruhrkohle 500, Cannelkohle
Bogheadkohle 700, in runder Zahl, und hinter-
n 30—35 Kilo Coaks.

lle Steinkohlen enthalten durchschnittlich 0,8 Pro-
Stickstoff und wechselnde Mengen von Eisenkies
Zweifach-Schwefeleisen FeS_2, die ebenfalls an der
ztung sich betheiligen. Das rohe Leuchtgas ist
r ein Gemisch sehr verschiedener Gase, welche
ihrem Werth für die Beleuchtung vier Gruppen
n: 1) schweres und leichtes Kohlenwasser-
gas, gutleuchtende Bestandtheile; 2) Kohlen-
- und Wasserstoffgas, schwach leuchtende, aber
gebende; 3) Stickstoff- und Kohlensäure-
verdünnende, die Leuchtkraft vermindernde; und
Ammoniak- und Schwefelwasserstoffgas,
liche Bestandtheile, welche die Brauchbarkeit des
tgases in dem Grade beeinträchtigen, daß sie
aus entfernt werden müssen. Auch die Kohlen-
läßt sich aus dem rohen Gas entfernen, wäh-
wir kein Mittel besitzen, das Verhältniß seiner
en Bestandtheile zu ändern. Endlich sind dem-
noch Dämpfe von Theer und flüchtigen Kohlen-
rstoffen, wie Benzol u. a., beigemengt. Die Fa-
tion zerfällt demnach in die Erzeugung, in die
nigung und Vertheilung des Leuchtgases.

x Erzeugung des Leuchtgases dient der Gas-
, Fig. 2 von vorn abgebildet. In demselben
fünf Ω förmige Retorten AA" von ge-
ttem Thon zu drei und zwei übereinander. Sie
n mit Steinkohle in groben Stücken gefüllt und
nschaftlich geheizt. Aus dem vordern hervor-
den Theile jeder Retorte führt ein Abführungs-
HH aufwärts, das oben durch ein Kniestück e
3) mit dem abwärtsgehenden Schenkel nn ver-
en ist. Letzterer mündet in einen zur Aufnahme
Theers und Theerwassers bestimmten horizontalen,
Vorlage dienenden Kanal GG (Fig. 2). Den
en Verlauf der Operationen verfolgen wir in
15, wo der Gasofen im seitlichen Durch-
t sich darstellt, mit den Retorten CC′, dem Ab-
ngsrohr T und der Vorlage B. Man ersieht
die Art des Verschlusses der Retorten an ihrem
rstehenden Kopftheil vermittels aufgeschraubter
, sowie die Art der Füllung bei der untern
te C′. Die Heizung der Gasretorten geschieht
Steinkohle und mit den bei der Fabrikation
abfallenden Coaks. Ihre Führung ist von
tlichem Einfluß auf die Menge und Beschaffen-
es erzeugten Gases; es empfiehlt sich, die ein-
zte Kohle möglichst rasch zu erhitzen. In vier bis
Stunden ist die Destillation vollendet. Von größ-
Richtigkeit ist es, daß die in der Retorte befind-
Gase nur eine geringe Spannung besitzen, weil
ein Theil derselben durch die poröse Thonmasse entweicht und ein anderer Theil sich unter Abscheidung von Graphit zersetzt. Ja es hat sich für die Schnelligkeit und Ausgiebigkeit der Gaserzeugung sehr vortheilhaft erwiesen, den Druck innerhalb der Retorten künstlich zu vermindern. Es geschieht dies durch die sogenannten Exhaustoren, Vorrichtungen, welche in der Art von Luftpumpen wirkend, das Gas rasch aus der Retorte und weiter befördern. Als Beispiel diene der Exhaustor von Beal (Fig. 4), der Hauptsache nach aus einem fest aufsitzenden Cylinder A bestehend, in welchem ein zweiter Cylinder B excentrisch um seine Achse sich dreht und durch das Spiel der verschiebbaren Scheidewände bb die Gase in der von den Pfeilen angedeuteten Richtung aus der Retorte der Leitung zuführt. Zu genauerm Verständniß würde eine Reihe ins einzelne gehender Zeichnungen erforderlich sein.

Die nachfolgenden Vorrichtungen Fig. 15 dienen zur Reinigung des Gases. In B wird nicht aller Theer abgesetzt, vielmehr ein Theil in Dampfform, ein an derer mechanisch vom Gas weiter geführt. Indem dieses jedoch ein System verbundener Röhren D, die unten durch Wasser abgesperrt sind, passiren muß, gibt es seinen Gehalt an Theer und Ammoniak größtentheils ab. Ein Heberohr H dient zum Ablassen der damit gesättigten Flüssigkeit aus E. Von energischer Wirksamkeit zur Fortsetzung des Reinigungsgeschäfts erweisen sich die sogenannten Shrubber OO, Cylinder, die mit Coaks oder Scherben gefüllt sind, über welche durch eine besondere Vorrichtung beständig kaltes Wasser rieselt. Vortheilhaft erweist es sich, denselben etwas Schwefelsäure zuzusetzen, wodurch das Ammoniak dem Gas vollständig entzogen wird. Letzteres enthält jetzt als schädliche Beimischung noch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, und wird zu deren Entfernung in einen Behälter M geleitet, wo es wiederholt über die Reinigungsmasse, welche etagenweise auf Horden ausgebreitet ist, hinzustreichen gezwungen ist. Dieselbe besteht aus einem Gemenge von gelöschtem Kalk (Kalkhydrat) mit Eisenvitriol, dem zur Auflockerung etwas Sägemehl hinzugefügt wird; diese Stoffe zersetzen sich in Gips und Eisenoxydhydrat mit überschüssigem Kalkhydrat, welches die Kohlensäure aus dem Leuchtgas hinwegnimmt. Dessen Schwefelwasserstoff wird von dem Eisenoxydhydrat gebunden unter Bildung von Schwefeleisen. Wenn die Reinigungsmasse ihre Wirksamkeit verloren hat, so wird sie herausgenommen und einige Zeit an der Luft liegen gelassen, wodurch sie wieder wirksam wird, indem das Schwefeleisen durch rasch eintretende Oxydation sich in Eisenvitriol zurückverwandelt. Hierbei entgeht jedoch ein Drittel des vorhandenen Schwefels der Oxydation und wird ausgeschieden. Daher nimmt bei fortgesetztem Gebrauch der Reinigungsmasse ihr Schwefelgehalt zu und erreicht bis 60 Procent, sodaß dieselbe in der Schwefelsäurefabrikation Verwendung findet, indem man den Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt (vgl. S. 21). In neuerer Zeit wird als Reinigungsmasse mit Vortheil ein Gemenge von Kalkhydrat mit natürlichem Eisenoxydhydrat, sogenanntem Rasenerz, verwendet.

Leuchtgas darf, in Kalkwasser geleitet, dasselbe nicht weißlich trüben, sonst enthielte es Kohlensäure, Bleilösung nicht schwärzen, sonst wäre es schwefelwasserstoffhaltig, und rothes Lackmuspapier nicht blau färben, was einen Gehalt an Ammoniak anzeigen würde. Hat es diesen Grad von Reinigung erreicht, so wird es nach dem Gasometer G geleitet, einem großen, aus Eisenblech luftdicht vernietetem Behälter, der bei geöffnetem Zugangsrohr S sich erhebt und mit Gas füllt,

und bei geöffnetem Abzugsrohr S' sich senkt und das Gas in die Leitung dem Consum zuführt.

Die nunmehr eintretende Vertheilung des Gases macht in der Leitung einen möglichst gleichbleibenden Druck desselben erforderlich. Ausgeübt wird derselbe im allgemeinen durch den Gasbehälter, allein er ist vielfachen Störungen ausgesetzt durch Wechselfälle, denen das Gas in seinem Laufe und beim Ausströmen unterliegt. Diesem Uebelstande wird begegnet durch Einschaltung des Druckregulators von Clegg (Fig. 5). Das Gas tritt, von dem Gasbehälter herkommend, durch das Rohr D ein und durch das Rohr C aus in die Leitung; diese beiden Rohre befinden sich in einem kleinen, mit Wasser beschickten Gasbehälter A, dessen Trommel B mit dem Druck steigt und fällt. An dieser Trommel ist ein Kegelventil F aufgehängt, welches in dem Ausschnitt E der Mündung des Austrittrohres C spielt. Das Gas kann nur durch den ringförmigen Zwischenraum zwischen E und F abströmen. Mit wachsendem Druck in der Leitung hebt sich nun die Trommel B, folglich auch F, und verringert diesen Zwischenraum, mit abnehmendem Druck sinkt F, und der Zwischenraum erweitert sich, es wird daher stets gleich viel Gas durch C abfließen und die Druckveränderung sich selbst ausgleichen.

Das Leuchtgas wird im Verkehr nach dem Volumen, und zwar nach englischen Kubikfußen berechnet und bezahlt; man bedarf daher einer Vorrichtung, womit das Gas ohne besondere Mühwaltung zuverlässig gemessen werden kann. Eine solche ist die bereits seit 1816 im Gebrauch befindliche Gasuhr, deren Einrichtung wir mit Hülfe der Fig. 6, 7, 8 zu erläutern versuchen. Dieselbe besteht aus einem Gehäuse, innerhalb dessen eine walzenförmige, leicht um ihre Achse drehbare Trommel B (Fig. 7) sich befindet und das mit einer Vorkammer E in Verbindung steht. Gehäuse, Trommel und Vorkammer sind bis zu einer bestimmten Höhe W mit Wasser gefüllt. Die Trommel wird durch das in dieselbe ein- und austretende Gas in Bewegung gesetzt, und jede Umdrehung entspricht einer gewissen Menge von durchpassirtem Gas. Die Einrichtung der Vorkammer ist durch Fig. 6 ersichtlich. Das von oben durch das Rohr E eintretende Gas gelangt zuerst in die kleine Abtheilung F, in dessen Oeffnung ein von dem Schwimmer S getragenes Vent i lispielt. Sinkt durch Verdunstung das Wasser unter den erforderlichen Stand W, so sinkt mit demselben auch der Schwimmer S und schließt das Ventil, und die Uhr steht still. Aus der kleinen Abtheilung F tritt das Gas in die größere G und geht abwärts in den hier sichtbaren Theil H eines zweischenkeligen Rohres, dessen anderer Schenkel, durch die Wand der Trommel gehend, das Gas in diese einführt. Die Trommel selbst ist in vier Abtheilungen oder Kammern getheilt, durch Scheidewände eigenthümlicher Art, welche in Fig. 8 dargestellt sind, nach Hinweganahme des sie umgebenden Blechmantels. Jede Scheidewand besteht aus einem Querstück vw und zwei Seitenbacken. Die Backen der verschiedenen Scheidewände schließen nicht durchgehends dicht aneinander, sie bilden etwas voneinander abstehende Schlitze, wie zwischen d und b und zwischen w und a ersichtlich. Durch diese Schlitze tritt das Gas ein und aus; geschieht dies z. B. zwischen d und b, so nimmt dasselbe seinen Weg entlang dem Querstück vw nach dem an der Rückseite bei c befindlichen Schlitz. In dem Augenblick, wo die obere Oeffnung, der Umdrehung folgend, unter Wasser geht und geschlossen wird, tritt der untere Schlitz aus demselben hervor und entläßt das Gas in den über Wasser befindlichen Theil des Gehäuses, von wo es durch (Fig. 6) seinen Weg in die Leitung nimmt.

Die Achse der Trommel hat bei a (Fig. 7) eine Schraube ohne Ende, durch deren Umdrehung das Zahnrad P (Fig. 6) in Bewegung versetzt wird, die Achse durch eine Hülse sich bis in die Zählerabtheilung U erhebt und daselbst eine Anzahl Räder bewegt, mit Uebersetzungen durch Triebe, welche die Zeiger tragen. Die Geschwindigkeit dieser Uhr ist so geregelt, daß der Zeiger des einen die Zehner der des folgenden die Zehner, des dritten die Hunderter, des vierten die Tausender anzeigt. Man liest daher die Ziffern zu der Zahl, welche die durchgegangenen Kubikfuße anzeigt, an den verschiedenen Zifferblättern abzulesen.

In den Gasfabriken hat man Gasuhren der gewöhnlichen Gattung, sogenannte Stationsuhren, welche dazu dienen, um die Menge des erzeugten Gases zu registriren, zugleich den Gang der Gasentwickelung selbst zu controliren. Die vordere Fläche einer solchen Uhr (Fig. 9) zeigt sechs Zifferblätter, sodaß hier die Kubikfuße des passirenden Gases bis zu Hunderttausenden abzulesen sind.

Auf der Achse der Trommel der Gasuhr ist eine Scheibe von Messing g aufgezogen, auf welcher ein gleich große Papierscheibe befestigt wird. Diese Scheibe dreht sich mit der Trommel der Uhr, ihre Umdrehung ist also ein Maß für die Menge des durchgegangenen Gases. Ueber der Scheibe ist eine gewöhnliche Uhr angebracht, als Messer der Zeit. Uhr und Scheibe sind durch den Bleistifthalter h verbunden, der mit dem obern Ende an den Minutenzeiger der Uhr angeschraubt ist und an dem untern Ende einen Bleistift trägt, dessen Spitze durch eine Feder gegen die Papierscheibe angedrückt wird. Würde der Zeiger der Uhr allein bewegt, so würde er mit der Scheibe von halber zu halber Stunde auf- und niedergehend eine Null beschreiben; stände er still und die Papierscheibe drehte sich allein, so würde der Bleistift, dieser einen Kreis verzeichnen. Da sich beide bewegt, Bleistift und Papierscheibe, so beschreibt der Stift am Umkreis der Scheibe verschlungene Figuren. Wenn in derselben Zeit viel Gas erzeugt wird, so fallen die Bogen geschlossener aus, wenn weniger erzeugt wird, offener. Verläuft die Gasentwickelung gleichmäßig, so fallen die verzeichneten Figuren symmetrisch aus.

Es erübrigen noch einige Worte über die Einrichtungen zur Beleuchtung durch Gas, die sogenannten Brenner. Dieselben unterscheiden sich in Fledermaus- und Rundbrenner. Bei erstern bildet die Oeffnung weder einen Schlitz, wie bei dem Fledermausbrenner Fig. 12, wodurch das ausströmende Gas eine Flamme bildet — oder das Gas tritt aus zwei gegenüberstehenden Oeffnungen aus, wie bei dem Schwanzbrenner Fig. 10 der Fall ist, wo es dann falls eine flache, der Bezeichnung entsprechende Flamme (Fig. 11) entsteht. Bei den Rundbrennern oder Argandbrennern (Fig. 13) tritt das Gas aus Kreise von Löchern (Fig. 14), die einander nahe sind, daß die benachbarten Flammen zu einer zusammenfließen; sie bedürfen stets eines Zugrohres.

Die Lichtstärke des Gases hängt in erster Linie von dessen Zusammensetzung, insbesondere von dem Gehalt an schwerem Kohlenwasserstoff; bei einem 10—12 Procent übersteigenden Gehalt derselben das Gas in gewöhnlichen Brennern, nur in Argandbrennern zu verwenden. Ferner wird die Lichtstärke der Gasflamme bei

Druck, unter welchem es ausströmt; ist dieser zu , so mischt sich am Ort der Ausströmung zu viel bei, und der untere blaue Theil der Flamme verert sich in nachtheiliger Weise. Durch zweckmäßige ung des Hahns läßt sich die Ausströmung reguliren. an rechnet für einen gewöhnlichen Brenner auf Stunde einen Gasverbrauch von 4—5 Kubikfuß verlangt, daß seine Lichtstärke der von 12—18 sserzen gleichkommen soll, was durch die Photorie genau ermittelt wird.

hgleich das dem Kohlenstoff in gewissen chemischen nschaften nahestehende Element Silicium ein andtheil der allverbreiteten Kieselerde ist und t einen hervorragenden Antheil an der Zusammenug der Erdrinde hat, so ist doch keine seiner Verungen für sich Gegenstand einer bemerkenswerthen ischen Industrie, und dasselbe gilt für das Bor, ohnehin eins der seltener vorkommenden Elemente ist.

8. Chlor.

u den nichtmetallischen Elementen gehört endlich aus dem Chlor, Brom, Jod und Fluor gete Gruppe von gemeinschaftlichem Charakter, von hen jedoch nur das erstgenannte massenhaft aufund in der chemischen Technik eine Rolle spielt.

as Chlor, Cl = 35, bereits gegen Ende des gen Jahrhunderts entdeckt, ist doch erst zu Anfang gegenwärtigen als ein Element erkannt worden. ist ein gelblich-grün gefärbtes Gas, $2^1/_2$mal schwerer Luft, von ganz eigenthümlichem Geruch, die Athgsorgane heftig angreifend und daher sehr giftig. ch starken Druck läßt es sich in eine braungelbe ssigkeit verwandeln und in Wasser ist es ziemlich ich. Das Chlor ist mit einer energischen Verdtschaftskraft begabt. Nur wenige Körper widern seiner zersetzenden Einwirkung, die sich besonn gegen organische Stoffe so eingreifend erweist, dieselben bei längerer Einwirkung durch Chlor ig zerstört werden. Hierauf beruht jedoch die tige Anwendung des Chlors als Desinfectionsel, insbesondere aber zum Bleichen. Von seinen bindungen sind am wichtigsten das Chlornaum NaCl, bekannt als unser gewöhnliches Salz Kochsalz, und die aus demselben dargestellte lorwasserstoffsäure ClH oder Salzsäure. ein Körper von so kräftiger Verwandtschaft, wie Chlor sie besitzt, kann im unverbundenen Zude im Bereich der Natur sich nicht vorfinden. Zu That ist fast alles Chlor, das existirt, mit Nam zu Kochsalz vereinigt, das theils in Gestalt von einsalz gebrochen wird, theils in den Salzquellen im Meerwasser gelöst ist. Sein Gehalt an or beträgt 60 Procent.

Wenn Kochsalz mit Schwefelsäure gemischt und ert wird, so entwickelt sich Chlorwasserstoffgas, l, und es hinterbleibt schwefelsaures Natron, $_2O, SO_3$, in der Technik Sulfat genannt. Dieser ocess wird im größten Maßstab als erster Act bei Sodafabrikation vollzogen und liefert das Chlorerstoffgas als Nebenproduct, welches, in Wasser eitet bis zu möglichster Sättigung, die wässerige orwasserstoffsäure, gemeinhin Salzsäure genannt, et. Die Menge dieser nebenher gewinnbaren Säure eist sich so außerordentlich, daß sie den Bedarf rsteigt, weshalb die Sodafabrikanten es vortheiler fanden, das salzsaure Gas in die Luft entchen zu lassen, statt es in Wasser zu verdichten. ein weit und breit wurde durch diese sauren mpfe die Vegetation geschädigt, sodaß in England tzliche Vorschriften den Fabrikanten zwingen, nur höchstens 5 Procent derselben in die Atmosphäre übergehen zu lassen. Um das Gas durch Wasser zu absorbiren, bedient man sich entweder der zweihalsigen Wulfschen Flaschen von Steingut oder sogenannter Verdichtungsthürme.

Wir erblicken in Taf. 7, Fig. 4 eine Kette oder einen Strang solcher Flaschen, deren nicht unter 20—70 miteinander verbunden werden. a ist ein Trichter, durch welchen Wasser in die erste Flasche eingegossen wird, das durch die Seitenöffnungen ee von links nach rechts fließt, entgegen dem Strom des salzsauren Gases, das vom Sulfatofen (S. 29) kommend durch die gebogenen Schenkel cc sich bewegt. Das Wasser, stets aufs neue dem Gas begegnend, absorbirt dasselbe, es erreicht endlich die letzte Flasche und fließt in möglichst gesättigtem Zustande als rauchende Salzsäure aus derselben aus. Ungeachtet dieser zweckmäßigen Einrichtung entweichen bei diesem System noch 15 bis 20 Procent Gas. Die Verdichtung desselben geschieht am vollständigsten durch die erwähnten Thürme, hohle Cylinder von 12—38 Meter Höhe, die mit Stücken von Coaks gefüllt sind, über welche von oben herab Wasser rieselt, während das Gas von unten aufsteigt. Die Hauptschwierigkeit zur Errichtung derselben liegt in der Beschaffung eines Steins und Bindemittels, das hinreichend lange dem Angriff der entstehenden Salzsäure Widerstand leistet. Man wählt hierzu Sandsteine, die, erforderlichenfalls mit heißem Theer getränkt, durch Fugen verbunden und mit einem Mörtel aus Thon und Theer verkittet werden. Fig. 3 zeigt den Unterbau eines solchen Verdichtungthurms im Durchschnitt. A Fundament des Thurms; B unteres Stück desselben; rr Roste, auf welchen die Coaks ruhen; C Raum unterhalb derselben, in welchem sich die gebildete Salzsäure sammelt; i Abzugsrohr für dieselbe nach dem Behälter D; b Rohr zur Ueberführung der Säure von dessen Boden nach E, von wo sie abgelassen wird. Die gasförmige Säure gelangt vom Sulfatofen zuerst nach E und geht durch a und a' unter den Rost des Thurms.

Die also gewonnene Salzsäure wird in vielen chemisch-technischen Operationen verwendet, deren einige ihre Entstehung erst der Zeit verdanken, in der sie eins der wohlfeilsten Producte geworden ist. Ausschließlich dient sie jedoch zur Erzeugung des Chlors selbst sowie des Chlorkalks.

Wenn Salzsäure mit gepulvertem Braunstein, d. i. Mangan-Ueberoxyd MnO_2, erwärmt wird, so tritt eine Zersetzung ein, als deren Producte Manganchlorür $MnCl_2$, Wasser und freies Chlor auftreten, entsprechend der folgenden Gleichung: $MnO_2 + 4\,ClH = MnCl_2 + H_2O + Cl_2$. Die Hauptverwendung findet für diesen Zweck das Chlor zum Bleichen, allein es erweist sich die ebengenannte Bereitung desselben nicht vortheilhaft; man zieht hierzu die Anwendung des Chlorkalks oder Bleichkalks vor, der daher Gegenstand der Fabrikation ist.

Der Chlorkalk wird gebildet, wenn Chlorgas über Kalkhydrat, d. i. gelöschten Kalk, geleitet wird. Man bedarf deshalb einer größern Vorrichtung zur massenhaften Entwickelung des Chlors. Eine solche sehen wir Fig. 5 mit Hinweglassung der Vorderwand abgebildet. Der eigentliche Chlorentwickler ist ein aus massivem Sandstein gehauener Trog A, dessen Wände aa in eine Ummauerung ww mit einer 2 Centimeter dicken Schicht von Pech eingekittet sind; er ist oben durch eine Sandsteinplatte p geschlossen, durch welche der Braunstein (bis 10 Ctr.) eingebracht und auf einem Rost von Sandsteinprismen vertheilt wird; q ist eine Oeffnung zum Eingießen der Salz-

säure, v Oeffnung und u Rohr zum Einführen des heizenden Dampfes; sr Kanal zum Ableiten des Chlors in die Kalkkammer; zwischen bb breite Oeffnung zum Entleeren der Rückstände, verschließbar durch einen aufgeschraubten Deckel d. Alle genannten Theile sind aus Sandstein gefertigt und in Theer bis zur Sättigung gekocht worden. In Fig. 6 sehen wir den Gasentwickler in Thätigkeit aufgestellt; xy leitet heißen Dampf in denselben; das Chlor tritt aus z durch eine Leitung von Thon a in die Flasche b, um hier Wasser abzugeben und sich abzukühlen, und geht dann weiter durch d in die Kalkkammer. Dieselbe ist entweder, ähnlich den Schwefelsäurekammern, aus Bleiplatten oder aus in Theer gekochten Bretern angefertigt und enthält auf Hürden ausgebreitet zu trockenem Staube gelöschten Kalk, über welchen das Chlor hinstreicht unter Bildung von Chlorkalk.

Der Chlorkalk ist durchschnittlich ein Gemenge in gleichen Theilen von unterchlorigsaurem Kalk $CaCl_2O$, Chlorcalcium $CaCl_2$, Kalk CaO und Wasser H_2O; er ist ein weißes, leicht zusammenballendes Pulver von eigenthümlichem, chlorähnlichem Geruch. In Wasser zum Theil löslich, bildet er die Bleichflüssigkeit, auch Bleichwasser genannt, in welche die zu bleichenden Stoffe eingelegt werden. Beim Zusatz einer Säure entwickelt der Chlorkalk rasch eine reichliche Menge von Chlorgas.

Chemische Technologie der Metalle.

(Tafel 6 und 7.)

In der früher gegebenen Uebersicht der Elemente begegnen wir zuerst der Gruppe der leichten Metalle, also genannt, weil sie theils leichter, theils nur wenig schwerer sind als Wasser. Die bekanntern oder besser gesagt, die häufiger vorkommenden derselben sind das Kalium, Natrium, Calcium, Barium, Strontium, Aluminium und Magnesium. Als weitere charakteristische Eigenschaft derselben gilt ihre große Verwandtschaft zum Sauerstoff, sodaß man niemals eins derselben in metallischem oder gediegenem Zustand antrifft und die meisten, um sie vor Oxydation zu schützen, in Steinöl aufbewahrt werden müssen, das keinen Sauerstoff enthält. Ihre Darstellung ist erst in diesem Jahrhundert gelungen.

Die leichten Metalle spielen eine große Rolle in der Mineralogie, denn ihre Oxyde bilden unter dem Namen von Kali, Natron, Kalk, Baryt, Bittererde (oder Magnesia) und Thonerde, in Verbindung mit Kieselerde die Gesteine und Felsen, aus denen die Erdrinde zusammengesetzt ist. Weniger interessant erscheint dagegen die chemische Industrie derselben, nicht etwa, weil sie unbedeutend ist, sondern weil die darin angewendeten Operationen fast durchgehends sehr einfacher Art sind, wenig Aufwand von künstlichem Apparat bedürfen und der Beschreibung fast nur die Aufzählung von Glühen, Schmelzen, Mahlen, Lösen, Filtriren, Niederschlagen, Krystallisiren u. s. w. bieten, wie solche beispielsweise bei dem Kalk- und Cementbrennen, bei der Ultramarin-, Soda-, Salpeter- und Alaunfabrikation vorkommen. In andern Zweigen, wie in der Töpferei und Glasfabrikation, tritt dagegen der chemische Proceß in Betracht der Handarbeit und des Antheils, welchen die Kunst nimmt, fast gänzlich in den Hintergrund.

Die Gewinnung der schweren Metalle aus ihren Erzen bietet dagegen der Beschreibung mehrfach ein höchst anziehendes Feld, und es genügt der Blick in ein Hüttenwerk, um dies zu bestätigen. Allein auch hier ist der chemische Proceß in wenigen Grundzügen vorgezeichnet; die Hauptarbeit ist eine vulkanische, in der Führung von Schmelzöfen, Poch-, Hammer- und Walzwerken bestehende. Sie bildet mit der Förderung der Erze die Aufgabe des Berg- und Hüttenwesens, dem ein besonderer Theil des Atlas gewidmet ist.

Wir beschränken uns daher auf die Skizirung der Gewinnung der populärsten Chemikalien aus dem Reich der metallischen Elemente, nämlich der Pottasche des Kochsalzes und der Soda.

Wenn Holzasche mit heißem Wasser übergossen wird, so besitzt die bräunlich gefärbte ablaufende Flüssigkeit, Lauge genannt, außer einem eigenthümlichen, die alkalisch bezeichneten Geschmack, die Eigenschaft, Fette aufzulösen, weshalb zur Zeit, wo Holz noch der allgemeine Brennstoff war, in jeder Haushaltung die Asche sorgfältig gesammelt und die aus ihr bereitete Lauge zum Waschen verwendet wurde. Es bewirkte dies darauf, daß die Asche der Pflanzen lehlsaures Kali K_2CO_3 enthält, das beim Eindampfen der Lauge als ein braun gefärbter Rückstand bleibt, der jedoch durch starkes Glühen oder Calciniren in graulich-weiße, körnig-pulverige Masse bildet, welche Pottasche genannt wird.

In früherer Zeit, wo bei einer geringen Bevölkerung noch manche Theile von Deutschland mit ausgedehnten Wäldern bedeckt waren und das Holz aus Mangel an Bedarf und Transportmitteln fast keinen Werth hatte, da wurde inmitten derselben die Pottaschensiederei betrieben. Gefälltes Holz und Strauchwerk wurde in Gruben verbrannt, die Asche in eine Reihe von Tonnen mit doppeltem Boden gebracht und ausgelaugt, indem man die von der ersten abgezogene Lauge auf die folgende goß und so fort, um eine möglichst concentrirte Lauge zu erhalten. Ein einfacher eiserner Kessel genügte zum Eindampfen derselben.

Heutzutage hat die Pottaschensiederei sich fortwährend zogen nach dem südöstlichen Europa, Rußland und Amerika, und unterscheidet sich fast nur durch verbesserte Vorrichtungen zum Eindampfen von der alten. Nach Taf. 6, Fig. 9 eine solche zeigt, wo eine flache Pfanne g durch in Zügen darunter hergehendes Feuer erwärmt wird, das zugleich den als Vorwärmer dienenden Kessel c umspielt. Wenn die Lauge zu einem dicklichen Brei eingedotten ist, läßt man sie auf die Sohle eines Flammofens ablaufen, wo sie, von oben erhitzt, zu einer harten Masse gebacken und nachher der Calcination unterworfen wird.

Die Pottasche ist ein chemisches Rohproduct, welches durchschnittlich 60 Procent kohlensaures Kali, außerdem schwefelsaures Kali, Chlorkalium, Kieselerde und einige metallische Beimengungen enthält, die sie mitunter ein bläuliches oder röthliches Ansehen geben. Sie ist um so vorzüglicher, je größer ihr Gehalt an ersterm ist, und findet in der Fabrikation von Salpeter, Glas und Seife eine unerschöpfliche Verwendung. An der Luft ausgesetzt, zieht sie aus derselben Wasser an und zerfließt, da sie in demselben höchst löslich ist. Die Pottasche läßt sich daher von den sie begleitenden Salzen reinigen, wenn man dieselbe mit wenig Wasser übergießt, die entstandene Lösung von den unlöslich bleibenden Salzen abzieht und verdampft, wodurch man ein schneeweißes kohlensaures Kali erhält.

Da die Gewinnung der Pottasche aus Pflanzenasche mit der sich ausdehnenden Cultur mehr und mehr in Frage gestellt wird, so war man bestrebt, sie auf andere Weise zu bewerkstelligen, und es liegt nahe, an dieselbe Bezugsquelle zu denken, aus der die Pflanze das Kali bezieht, an die salzhaltigen Minerale des Erdbodens. Die vielverbreiteten Feld-

thgesteine enthalten Kali, aber an Kieselsäure ge-
iden, in unlöslichem Zustande. Es ist jedoch der
nischen Technik noch nicht in befriedigender Weise
ungen, aus dem Feldspath kohlensaures Kali dar-
stellen, und dasselbe gilt für des letztern Gewinnung
s Chlorkalium, Aufgaben, deren Lösung mit der
t zu erwarten ist.

Wenn Pottasche mit Kohlenpulver vermischt in einem
parat von Schmiedeeisen der Weißglühhitze aus-
etzt wird, so tritt eine Zerlegung ein. Das Kali
t seinen Sauerstoff ab an Kohle, und freigewor-
ies Kalium, K = 39 destillirt über in eine mit
einöl gefüllte Vorlage; dasselbe bildet weiß metall-
inzende kleine Kugeln, die auf Wasser geworfen
geublicklich sich entzünden und mit röthlich-violetter
amme verbrennen. Dieses merkwürdige Metall wurde
t im Jahre 1807 entdeckt.

Von den übrigen Salzen des Kaliums haben tech-
che Bedeutung das Chlorkalium KCl, das
wefelsaure Kali K_2SO_4 und der Salpeter oder
petersaures Kali KNO_3. Die beiden erstgenannten
rden gegenwärtig in großer Menge aus dem soge-
nnten Abraumsalz einiger Salzlager gewonnen,
n welchen das bei Staßfurt das bedeutendste ist. Die-
s Salzlager ist der Rückstand eines eingetrockneten
Meeres und enthält dessen Salze in einer ihrer Löslichkeit
ntsprechenden Reihenfolge, sodaß zu unterst der schwer
sliche Gips liegt, worauf ein mächtiges Lager von
teinsalz (Chlornatrium NaCl) folgt, über welchem
ie etwa 50 Meter starke Schicht von Abraumsalz
egt, also genannt, weil es früher als werthlos be-
achtet und abgeräumt wurde. Fig. 1 dient zur Ver-
nschaulichung der beim staßfurter Salzlager sich vor-
ndenden Verhältnisse: e Steinsalz, dd Abraumsalz,
Mergelschicht.

Die Schicht des Abraumsalzes besteht wieder aus
iner untern Region, 90 Procent Steinsalz mit Poly-
alit (aus Gips, schwefelsaurer Magnesia und Kali
estehend) enthaltend; einer mittlern, 60 Procent
Steinsalz mit Kieserit (schwefelsaure Magnesia) ent-
altend, und einer obern Region, 25 Procent Stein-
alz und Carnallit (aus Chlorkalium und Chlor-
agnesium bestehend) enthaltend. Die Abraumsalze
nden eine wichtige Verwendung als Dungsalz und
erden ausgebeutet zur Gewinnung von Chlorkalium
nd schwefelsaurem Kali, welch ersteres zur Salpeter-
nd letzteres zur Alaunfabrikation benutzt wird.

Das bereits mehrfach angeführte Kochsalz, seiner
hemischen Zusammensetzung entsprechend Chlorna-
rium NaCl genannt, hat in erster Linie seine alt-
erechtigte Bedeutung als unentbehrliches Nahrungs-
mittel. Wie gering auch die Menge desselben er-
scheinen mag, die wir tagtäglich den Speisen zusetzen,
o ist dieselbe doch von wesentlichem Einfluß auf unser
Wohlbefinden, und die Salzsteuer, wohlberechnet, in-
ofern niemand sich ihr entziehen kann, ist keineswegs
oohlberechtigt, da Salz ein Bedürfniß auch des Aermsten ist. Nicht überall hat die Natur dem Menschen,
ner im Durchschnitt jährlich 16 Kilo desselben bedarf,
das Kochsalz genügend geboten. Man erzählt von
Oertlichkeiten an der Goldküste von Afrika, wo für
eine Steinsalzplatte, so groß, daß ein Neger mit bei-
den Füßen auf derselben zu stehen vermag, der ganze
Neger feil ist, und daß die höchste dem Gast erwiesene
Gunst darin besteht, daß ihm erlaubt wird, zu lecken
an einem Stück solchen Salzes, das der Gastfreund
wie ein Amulet am Halse trägt.

Im übrigen spendet uns die Natur das salzige
Labsal in dreierlei Weise, in Gestalt eines festen Mi-
nerals als sogenanntes Steinsalz, gelöst in Quell-
wasser als Salzsole, und endlich im Meereswasser,
durch dessen Verdunstung an der Luft das Seesalz
gewonnen wird.

Der Salzgehalt der Solen sinkt von 32 Procent,
welchen die lüneburger, die stärkste aller bekannten
Solen, besitzt, bei andern herab bis unter 5 Procent,
die alsdann die Arbeit zur Salzgewinnung nicht mehr
lohnen. Dieselbe wird hauptsächlich vertheuert durch
den Aufwand des zur Verdampfung des Wassers er-
forderlichen Brennstoffs. Man ist daher bemüht,
schwächere Solen durch freiwillige Verdunstung, die
sogenannte Gradirung, möglichst zu concentriren,
bevor sie auf die Siedepfannen gebracht werden.
Hierzu dienen die Gradirhäuser oder Gradir-
baue, wovon Fig. 2 eine Abbildung gibt. Ein
aus Holz gezimmertes Gerüst von mehrern Stock-
werken CC ist ausgefüllt mit aufgeschichtetem Reisig
von Schwarzdorn. Durch ein Pumpwerk wird die
Sole in den zu oberst befindlichen flachen Behälter D
gebracht, von wo sie aus den Hähnen ee ausfließend
über die Dornen sich ausbreitet und in einen untern
Behälter A herabtröpfelt. Die lange Seite des Gradir-
baues ist senkrecht auf die Richtung des herrschenden
Windes gerichtet, und die durch denselben gehende
Luftströmung nimmt einen Theil des Wassers aus
der über das Dornreisig ausgebreiteten Sole hinweg,
sodaß sie unten stärker ankommt, als sie oben aufge-
gossen wurde. Durch erneutes Hinaufpumpen und
Herabfließenlassen wird dieselbe auf den siedwürdigen
Grad gebracht.

In flachen Siedepfannen wird nunmehr die Sole
durch ein darunter hinstreichendes Feuer erhitzt und
weiter eingedampft, bis das Kochsalz in Gestalt kleiner
Würfelchen, die sich zu Treppenpyramiden aneinander
gruppiren, herauskrystallisirt.

Die Solen sind niemals reine Kochsalzlösungen,
sie enthalten mehr oder weniger andere Salze, die
gelöst bleiben, nachdem ersteres herauskrystallisirt und
auf diese Weise die sogenannte Mutterlauge bit-
den, die Chlormagnesium, Chlorcalcium, schwefelsaures
Natron u. s. w., darunter bei manchen Solen auch
Verbindungen von Brom und Jod enthält und vor-
nehmlich für Heilzwecke zu Bädern verwendet wird.

Das Kochsalz dient aber ferner als Grundlage der
größten chemischen Industrie, als Rohmaterial zur Fa-
brikation der Soda, d. i. des kohlensauren Na-
trons $NaCO_3$. Gleich der Pottasche wurde die Soda
bis zu Anfang dieses Jahrhunderts aus Asche ge-
wonnen, jedoch durch Verbrennung gewisser an und
im Meere wachsender Pflanzen, der sogenannten Salz-
kräuter und Tange. Außerdem wurde eine unreine
Soda unter dem Namen von Trona aus den Salz-
seen Aegyptens und Armeniens in den Handel ge-
bracht.

Beide Bezugsquellen sind heutigestags ganz in den
Hintergrund getreten durch die Ueberführung des Koch-
salzes in Soda. Die Auffindung des hierzu einzu-
schlagenden Wegs war seinerzeit für die Chemie keine
leichte Aufgabe, und es bedurfte politischer Verwicke-
lungen und ermunternder Preisgebote, um ihre Lösung
herbeizuführen, welche 1790 von dem Franzosen Le
Blanc gelöst wurde, jedoch mehr theoretisch als prak-
tisch, da der eigentliche Aufschwung der Sodafabrika-
tion seit Anfang der zwanziger Jahre in England
durch James Muspratt begründet wurde.

Dieselbe beginnt mit der Verwandlung des Koch-
salzes in schwefelsaures Natron Na_2SO_4, in der
Industrie Sulfat genannt, indem ersteres mit Schwe-
felsäure der Destillation unterworfen wird, was in
den Sulfatöfen geschieht, wovon wir in Taf. 7,

Fig. 1 und 2 den Längs- und Querschnitt erblicken. Der Zersetzungsproceß geschieht in einer flachen Schale A aus Gußeisen, die mit feuerfesten Steinen überwölbt ist und in welche durch die Thür Z 6—14 Ctr. Kochsalz und etwa gleich viel Schwefelsäure durch ein Bleirohr eingetragen und durch Umrühren möglichst gut vermischt werden. Das hierbei unter heftigem Aufschäumen massenhaft sich entwickelnde Chlorwasserstoffgas ClH entweicht durch das Thonrohr C und wird, wie früher (S. 27) ausführlich beschrieben worden ist, zu wässeriger Salzsäure verdichtet. Zur völligen Zersetzung des Gemenges muß dasselbe jedoch stärker erhitzt werden und wird deshalb durch die Oeffnung n in die sogenannte Muffel B hinübergezogen. Letztere ist ein von feuerfesten Steinen begrenzter, breiter und flacher Raum; die auf dem Treppenrost a angelegte Feuerung zieht über dessen Decke in den Kanal ff und geht durch die Züge gg unter dem Boden der Muffel zweimal hin und her und tritt endlich zwischen ii bei p unter die Schale A. Auf diese Weise empfängt die Muffel die stärkste Hitze, und indem durch drei seitliche Thüren die Masse öfter mit Krücken umgearbeitet wird, findet die vollständige Zersetzung statt; die hier noch ausgetriebene Salzsäure wird durch D nach den Verdichtungsvorrichtungen geführt.

Das erzeugte Sulfat ist ein weißes Pulver. Ein großer Theil desselben wird an die Glasfabrikation abgegeben, ein kleiner Theil durch Auflösung zur Krystallisation gebracht und als Glaubersalz in der Medicin verwendet, der größte Theil dagegen zu Soda weiter verarbeitet. Zu diesem Zweck wird ein Gemenge von durchschnittlich gleichen Theilen Sulfat und grobgepulvertem Kalk mit Holz- oder Steinkohle, deren Menge in verschiedenen Fabriken zwischen 40 und 170 Gewichtstheilen schwankt, in einen Flammofen, Fig. 7, eingebracht, und zwar zuerst auf die höhere Etage desselben D zum Vorwärmen und nachher auf den Schmelz- und Glühraum C zum Fertigmachen. Von dem über dem Rost A entzündeten Feuer kommend, wird die Flamme von der gewölbten Decke des Ofens auf die Masse geworfen und diese ins Glühen gebracht. Durch seitliche Thüren wird dieselbe vermittels eiserner Stangen und Krücken tüchtig umgerührt. Es ist hierzu durchschnittlich eine Stunde Zeit erforderlich, und bei Tag und Nacht anhaltender Arbeit werden in 24 Stunden 16, 24 bis 36 Beschickungen fertig gemacht.

Die aus dem Ofen gezogene Rohsoda ist eine graue Masse und enthält als Hauptbestandtheil 30—40 Procent kohlensaures Natron, außerdem Schwefelcalcium, Kalk und kohlensauren Kalk, von welch letztern Bestandtheilen die Soda durch Auslaugen getrennt wird. Hierbei ist es von Wichtigkeit, mit dem geringsten Wasseraufwand möglichst concentrirte Laugen zu erhalten, was durch folgendes Verfahren geschieht. Ein System von eisernen Kästen CC (Fig. 8) ist treppenartig aufgestellt und durch Heber tt in Verbindung gebracht; in dieselben werden vom Boden abziehende Kasten mit Seitenlöchern a eingehängt, mit Sodaschmelze angefüllt und in den obersten Kasten frisches Wasser aufgegossen. Dasselbe kommt treppabwärts stets mit frischer Soda in Berührung und fließt gesättigt aus dem letzten Kasten durch den Hahn e in den Sammelbehälter R. Der oberste Kasten ist natürlich der zuerst ausgelaugte und wird durch den zweiten ersetzt, welchem treppauf die andern nachrücken, was vermittels der Querstangen und einer Hebevorrichtung an der Decke des Locals geschieht.

Läßt man eine heiß gesättigte Sodalösung langsam erkalten, so bilden sich schöne Krystalle dieses Salzes, welche 62 Procent Wasser enthalten. Diese krystallisirte Soda ist sehr rein von Beimengung anderer Salze, sie wird jedoch wenig fabricirt, da bei ihrer Versendung der Transport des Wassergehalts in Anschlag kommt. An der Luft verwittert die krystallisirte Soda, d. h. sie verliert ihr Wasser und zerfällt in einem weißen Mehl.

Bei weitem der größte Theil der Sodalauge wird jedoch in eisernen Pfannen eingedampft und die erhaltene Salzmasse zur Austreibung alles Wassers in einem Flammofen calcinirt. Man erhält auf diese Weise die calcinirte Soda, welche an Reinheit der krystallisirten sehr nachsteht, denn sie enthält durchschnittlich in Procenten: 70—84 kohlensaures Natron, 1—12 Aetznatron, 8—10 schwefelsaures Natron, 3—4 Kochsalz, kleinere Mengen anderer Bestandtheile nicht gerechnet.

Der Verbrauch der Soda ist ein außerordentlich großer. Abgesehen von ihrer allgemeinen Verwendung in den Haushaltungen zum Waschen, wird dieselbe hauptsächlich in Anspruch genommen von der Seifen- und Glasfabrikation und ungähligen weiteren chemisch-technischen Operationen. Die Sodafabrikation hat aber in der Entwickelungsgeschichte der Industrie eine hervorragende Bedeutung gewonnen, weil mit ihrer Ausübung andere wichtige chemische Fabrikationen nothwendig zusammenhängen und dadurch Entstehung und Aufschwung erhielten, wie die der Schwefelsäure, Salzsäure, des Chlorkalks, die wiederum auf ganze Reihe anderer Industriezweige begünstigend einwirkten.

Chemische Technologie der organischen Verbindungen.

(Tafel 8 bis 10.)

Der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Verbindungen ist bereits früher (S. 1) besprochen worden. Es wurde ferner ihrer großen Anzahl und Mannichfaltigkeit gedacht und deren gehoben, daß die meisten aus den drei Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, wozu bei einer geringen Zahl als viertes Element noch der Stickstoff hinzutritt. Der Unterschied in den Eigenschaften der organischen Verbindungen besteht also nicht darin, daß sie verschiedene Elemente enthalten, sondern darin, daß in einem Molekül (S. 14) derselben eine ungleiche Anzahl von Atomen der genannten Elemente vorhanden ist und daß diese Atome verschiedenartig gruppirt sind. Es beruht hierauf die Eigenthümlichkeit, daß eine organische Verbindung sich in eine ganze Reihe von Verbindungen umzuwandeln vermag, ohne Zuziehung eines neuen Elementes. So Stärke $C_6H_{10}O_5$ verwandelt sich in Gummi $C_6H_{10}O_5$, dieser in Zucker $C_6H_{12}O_6$, dieser in Weingeist C_2H_6O, welcher endlich in Essigsäure $C_2H_4O_2$ übergeht. Wenn es dagegen sich darum handelt, das Kochsalz in Soda überzuführen, so haben wir im Vorhergehenden erfahren, daß hierzu noch andere Substanzen nämlich Schwefelsäure, Kohle und Kalk zu Hülfe genommen werden müssen.

Charakteristisch für die organischen Verbindungen ist ferner die nahe Beziehung, in welcher die meisten zu unserm eigenen Körper stehen, sei es daß sie denselben als Nahrungs- oder Arzneimittel dienen. Daher kommt es, daß einige der großartigsten Industrien auf diesem Gebiet, wie die Brauerei, Brennerei, Bäckerei, Essig- und Zuckersiederei hervorgegangen sind aus der menschlichen Haushaltung. Sie sind deshalb geeignet, unser besonderes Interesse zu erregen, zumal als an denselben sich nachweisen läßt, welchen großen Einfluß

ie Anwendung wissenschaftlicher Grundsätze aus der hemie und Physik auf ihren Betrieb geäußert hat.

1. Bierbrauerei.

Die Bierbrauerei verwendet als Rohmaterial Gerste, Hopfen und Wasser. Ihre Aufgabe besteht darin, die in der Gerste enthaltene Stärke theilweise in Gummi, theilweise in Zucker überzuführen, letztern in Gärung zu versetzen und dem also erzeugten Getränk durch Beigabe eines bittern, aromatischen Stoffs Wohlgeschmack und größere Haltbarkeit zu verleihen.

Das Gerstenkorn besteht aus einer holzigen Hülle von unlöslichem Zellstoff und einem Mehlkörper, der etwa 60 Procent Stärke, 10 Procent sogenannter Eiweißstoffe und bis 15 Procent Feuchtigkeit enthält; beim Verbrennen hinterläßt es 2 Procent Asche, deren Hauptbestandtheil phosphorsaurer Kalk ist.

Die Bierbrauerei zerfällt in drei Hauptoperationen, in das Malzen, in das Würzekochen und in die Gärung.

Zur Bereitung des Malzes wird die Gerste in der sogenannten Weiche, einer großen ausgemauerten Cisterne, mit Wasser übergossen und tüchtig umgerührt. Hierbei schwimmen die tauben Körner oben auf und werden als nutzlos hinweggeschöpft. Nach 4—6 Stunden wird das Weichwasser abgezogen; es ist gelblich gefärbt, indem es aus der Gerste sogenannte extractive Stoffe aufgelöst hat, und nimmt leicht einen säuerlichen Geschmack und übeln Geruch an. Das Wasser muß daher rechtzeitig und öfter erneuert werden, und je nach Jahreszeit und Beschaffenheit der Gerste ist das Einweichen vollendet. Man erkennt es daran, daß die beträchtlich aufgequollenen Körner weich sind und daß beim Druck die Hülse leicht vom Körper sich löst.

Es folgt nunmehr das Wachsen oder Keimen des Malzes. Zu diesem Zwecke wird die geweichte Gerste auf die Malztenne gebracht, einen sorgfältig geplatteten Boden, der sich am besten in einem Erdgeschoß befindet, daher Malzkeller genannt, sodaß darin eine möglichst gleich bleibende 10—12° R. betragende Temperatur herrscht. Die Gerste wird entweder in Beete ausgebreitet oder auf kleine Haufen von 12—15 Centimeter gebracht, und es beginnt alsbald unter Entwickelung von Kohlensäure eine Erwärmung derselben einzutreten, welche in der Mitte eine Höhe von 17—20° R. erreicht und ohne Nachtheil 22° nicht übersteigen darf. Sowol deshalb, als auch um einen gleichförmigen Gang der Malzbildung zu erzielen, werden die Beete oder Haufen öfter gewendet oder umgestochen, sodaß der mittlere, wärmere Theil oben zu liegen kommt, ein wichtiges Geschäft, das viel Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit erfordert und nach Umständen wiederholt wird. Hierbei findet die Entwickelung der Keime der Gerste statt, welche alsbald zum Vorschein kommen und die erforderliche Ausbildung gewonnen haben, wenn die Wurzelkeime anderthalb mal so lang sind als das Korn und der Blatt- oder Graskeim etwa halb so lang. Die Gerste ist jetzt in Malz verwandelt und greift sich wollig oder filzig an, und wenn man einige Körner davon aufnimmt, so hängt an denselben ihre vier- bis achtfache Menge.

Die wichtigste hierbei vorgegangene Veränderung ist jedoch eine innerliche. Aus den Eiweißstoffen der Gerste hat sich ein eigenthümlicher Körper, Diastas genannt, gebildet, der die Eigenschaft besitzt, die Stärke überzuführen in Stärkezucker, und zwar erstreckt sich dieses Vermögen auf eine viel größere Menge von Stärke als in jedem Gerstenkorn selbst vorhanden ist. Man kann sich von dieser Zuckerbildung leicht überzeugen, indem man einen Stärkekleister mit etwas geschrotenem Malz vermischt, in mäßiger Wärme stehen läßt. Nach einiger Zeit beginnt der steife Kleister mehr und mehr flüssig zu werden und sein fader mehliger Geschmack verwandelt sich in einen süßen, herrührend von dem entstandenen Zucker. Man bedient sich daher auch des Malzes in der Branntweinbrennerei mit größtem Vortheil, um den Stärkegehalt großer Massen von Kartoffeln durch Zusatz von etwas Malz in Zucker zu verwandeln.

Da während der Malzbildung ein kleiner Theil des Stärkegehalts der Gerste in Zucker übergeht, so besitzt das Malz selbst einen süßlichen Geschmad; dasselbe würde, in dem feuchten Zustande befindlich, alsbald weiter auswachsen und grüne Blattteime bilden und der Zersetzung und Verderbniß anheimfallen, dem durch rasches Trocknen oder Darren des Malzes Einhalt geschehen muß.

Geschieht dies lediglich durch Ausbreiten des Malzes an der Luft, so wird das Product Luftmalz genannt; in der Regel wird jedoch durch Anwendung künstlicher Wärme das Darrmalz erzeugt. Nicht nur wird durch letztere ein vollkommenes Trocknen der Körner erreicht, sondern es erhält das Malz hierbei ein eigenthümliches Röstungsaroma, das dem Bier den geschätzten angenehmen Darrmalzgeschmack verleiht. Zu diesem Zwecke wird das feuchte, etwas abgeweltte Malz auf den Darrboden b (Taf. 8, Fig. 1) gebracht, der aus durchlochten Eisenplatten oder Drahtgittern besteht und der von unten aufsteigenden heißen Luft den Durchgang gestattet; dd sind Stützen des Darrbodens; cc abschließende Wände. Die Feuerung befindet sich bei f und die erhitzte Luft nimmt den durch die Pfeile bezeichneten Weg aufwärts; ein kleines Dach e verhindert das Herabfallen der getrockneten Malzkeime in die Feuerung; gg sind Züge, durch welche nach Bedarf kalte Luft zugelassen werden kann. Da hier die bei der Feuerung entstehenden Verbrennungsproducte der heißen Luft beigemischt sind, so wird eine solche Einrichtung Rauchdarre genannt und zu ihrer Feuerung kann nur trockenes hartes Holz oder Coaks verwendet werden, da der übelriechende Rauch anderer Brennstoffe, wie von Torf, Braun- oder Steinkohle, das Malz verderben würde. Der geringere Preis der letztgenannten macht jedoch ihre Verwendung wünschenswerth, was ohne Nachtheil geschieht, wenn die Feuerluft in Doppelreihen von Kanälen cc (Fig. 2) unter der Darrplatte i hin- und hergeführt wird und durch ein Kamin entweicht. Die leicht abfallenden Malzkeime werden durch eine Kornsege getrennt und dienen als Viehfutter.

Gutes Darrmalz muß eine lichtgelbe Farbe, den eigenthümlichen, angenehmen Malzgeruch besitzen und süß schmecken; es muß vollbauchig sein, auf Wasser schwimmen, beim Zerbeißen krachen und innen schön weiß aussehen. Hinsichtlich seiner Bestandtheile unterscheidet es sich von der Gerste darin, daß es etwas weniger Eiweißstoffe und etwas mehr Stärkegummi enthält; sein Gehalt an Stärkemehl ist ungefähr 4 Procent geringer, um welche dagegen sein Gehalt an Extractivstoffen zugenommen hat.

Zur Erzeugung dunkelfarbiger Biere wird auch sogenanntes Farbemalz angefertigt, indem man Gerste in Blechtrommeln stark röstet, bis zum Schwarzwerden, und solches dem Darrmalz zusetzt.

Zur Darstellung der Würze wird geschrotenes, d. i. durch Quetschwalzen in grobes Pulver verwandeltes Malz dem Einteigen oder Maischen unterworfen, worunter man dessen Behandlung mit Wasser in einer Temperatur versteht, bei der das Stärkemehl

durch die Einwirkung von Diastas in Zucker und Gummi sich verwandelt. Das hierbei eingehaltene Verfahren ist sehr verschieden, und es hängt davon ganz besonders der Charakter des erzeugten Biers ab, sodaß die verschiedenen Braumethoden in der Hauptsache auf verschiedenen Maischmethoden beruhen. Im wesentlichen lassen sich jedoch dieselben zurückführen auf zwei Hauptarten des Verfahrens. 1) Das Aufguß- oder Infusionsverfahren und 2) das Koch- oder Decoctionsverfahren. Ersteres ist in Norddeutschland, Belgien und England üblich, letzteres in Baiern und bei den anderwärts nach bairischer Art gebrauten Bieren.

Bei dem Infusionsverfahren wird das Malzschrot in den mit einem Seihbecken versehenen Maischbottich mit kaltem Wasser eingeteigt und bildet damit gehörig umgerührt eine dicke, breiartige Masse. Mittlerweile ist in dem benachbarten Braukessel Wasser zum Sieden erhitzt worden, von welchem man durch ein auf den Boden des Maischbottichs gehendes Rohr so viel in diesen überfließen läßt, bis die Temperatur der Maische im Sommer auf 40—50° R., im Winter auf 50—60° gebracht worden ist, bei welcher die Umwandlung der Stärke in Zucker und Gummi vor sich geht. Nach Verlauf von etwa einer Stunde wird die Maische dünnflüssig und nimmt eine bräunliche Farbe und entschieden süßen Geschmack an, alles Anzeichen der eingetretenen Veränderung. Sobald eine herausgenommene Probe durch Jodlösung nicht mehr blau gefärbt wird, sondern klar bleibt, ist diese Umwandlung der Stärke eine vollständige.

Man läßt nunmehr den flüssigen Theil der Maische, von jetzt an Würze genannt, durch den Seihboden in den Grand, d. i. ein tiefer stehendes Behälter abfließen, von wo sie später nach der Siedpfanne gebracht wird.

Die rückständige Maische erhält in ähnlicher Weise einen zweiten Aufguß, der eine schwächere, zu leichterm Bier verwendete Würze liefert, während der dritte Aufguß einen so geringen Gehalt besitzt, daß er nur zur Verarbeitung auf Branntwein oder Essig, oder zur Einteigung neuer Maische verwendbar ist.

Beim Decoctionsverfahren wird nachdem das Malzschrot eingeteigt ist, entweder ein Theil der Maische selbst in den Kessel gebracht, gekocht und wieder zurückgegeben in den Maischbottich, was man das Dickmaischekochen nennt, oder man unterwirft die vom Maischbottich abgelassene Flüssigkeit dem Kochen und bringt sie wieder in denselben zurück (Lautermaischekochen). Die Maische erhält hierdurch die zur Zuckerbildung erforderliche Temperatur. Es herrschen jedoch mannichfache Abänderungen in der Ausführung dieser Methoden.

Zum Durcharbeiten der Maische in den Maischbottichen dienen entweder Maischhölzer, Rührscheite, die mit der Hand geführt werden, oder in größern Brauereien mechanische Rührwerke, wie Fig. 4 ein solches zeigt, das in der Sedelmayer'schen Brauerei in München eingeführt ist. Durch einen sinnreichen Mechanismus drehen sich die beiden Flügelachsen gg und hh in entgegengesetzter Richtung, während zugleich durch eine langsame Umdrehung der Hauptachse cc das ganze System in dem Maischbottich in Bewegung ist.

Die Infusionswürzen unterscheiden sich von den Decoctionswürzen durch einen größern Gehalt an Milchsäure und werden leicht sauer; sie geben ferner leichter und rascher in Gährung über als letztere, bei welchen durch das Kochen die Eiweißstoffe theilweise ausgeschieden worden sind und die sich vorzugsweise zu Lagerbieren eignen.

Wenn man die Würzen einkocht, so hinterbleibt das sogenannte Malzextract, von brauner Farbe und süßlichem Geschmack, wie es gegenwärtig als diätetisches Mittel häufig im Gebrauch ist. Seine Hauptbestandtheile sind Gummi und Zucker, welche beide durch die Gährung in Alkohol sich überführen lassen. Je mehr Extract eine Würze liefert, desto gehaltreicher wird dieselbe. Das Saccharometer (Zuckermage) sinkt in der Würze um so weniger tief ein, je größer der Gehalt ist, und seine Angaben dienen, um den Brauer zu unterrichten über den Procentgehalt der Würze an Malzextract. Man rechnet für je 1 Procent Alkoholgehalt des Biers 2 Procent Extract in der Würze, während ein anderer Theil des Extracts unverändert wiederfindet im Bier. Selbstverständlich erfordern starke Biere zu ihrer Erzeugung gehaltreichere Würzen. Solche, bei welchen der Extractgehalt vorherrscht, der von 4—15 Procent in verschiedenen Bieren schwankt, werden substantiöse oder extractreiche Biere genannt. Der Alkoholgehalt der Biere beträgt 2—8 Procent, und man nennt alkoholreiche Biere starke Biere. Soll daher z. B. ein Bier 4 Procent Extract und 4 Procent Alkohol enthalten, so muß die Würze vor der Gährung 16 Procent Extract am Saccharometer anzeigen.

Die von dem Maischbottich klar abgegossene Würze wird nunmehr in die Braupfanne oder in den Braukessel gebracht, um gekocht und gehopft zu werden. Die Kochgefäße sind von Kupfer, und sind die erstern viereckig und flach, die letztern gewölbt und tiefer. Von den vielerlei Formen zeigt Fig. 3 die eines Kessels, mit etwas eingebogenem Boden, der widerstandsfähiger gegen den Druck der Flüssigkeit, und mit einer Centralfeuerung durch die Züge bb. Durch den Hahn a wird Wasser zu, der Hahn e leitet die Lauterwürze aus dem Maischbottich; c ist eine um den Kessel laufende Galerie.

Das Kochen der Würze bezweckt, dieselbe zu concentriren, stärker zu machen, wobei sie zugleich eine hellere Färbung annimmt. Im Verlauf desselben findet eine weiter gehende Umbildung von Stärke statt, was sich an der zunehmenden Süße der Würze erkennen läßt. Zugleich tritt die Schwächung derselben ein, worunter man das Gerinnen der Antheile eiweißartiger Stoffe versteht, die sich abscheiden und wodurch das erzeugte Bier haltbarer wird. Endlich wird mit dem Kochen das Hopfen verbunden, indem auf 100 Pfund gemahlenes Malzschrot $1\frac{1}{2}$—2 Pfund Hopfen beigemischt werden, der dem Biere Bitterkeit, Aroma und Haltbarkeit verleiht. Letzteres bewirkt der Hopfen durch seinen Gehalt an flüchtigem Oel und Harz, welche die Zersetzung hemmen, und an Gerbstoff, welche die Eiweißstoffe der Würze verbunden sich ausscheiden. Das Kochen mit Hopfen dauert etwa zwei Stunden, worauf letzterer durch Seihvorrichtungen entfernt und die Würze nunmehr als gehopfte Würze bezeichnet wird. Die Menge des Hopfenzusatzes und die Dauer des Kochens mit demselben richtet sich nach dem Geschmack der Biertrinker, nach der Stärke und der Gebrauchzeit des Biers.

Schwache und für den Sommer bestimmte Biere müssen stärker gehopft werden, womit Zunahme des bittern Geschmacks verbunden ist. Starke Biere mit etwas weniger Hopfen kürzere Zeit gekocht, ein vollmundiges, süßes und aromatisches Bier.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Operationen des Einteigens, Maischens, Kochens und Hopfens der Würze, bei welcher die vorzunehmende Erhitzung

enen Braukessel über freiem Feuer geschieht, lassen
) auch durch Dampf bewirken, der vom Braukessel
bst geliefert wird. Es ist hierzu ein continuirlicher
trieb erforderlich, und Zahl, Stellung und Größe
r Vorrichtungen sind so bemessen, daß sie einander
die Hände arbeiten, wie wir dies mit Hülfe
: Fig. 5, die eine Dampfbrauerei vorstellt,
läutern wollen. Wenn dieselbe im Gange ist, so be-
det sich in dem Dampfkessel A, der zugleich der
aukessel ist, gehopfte Würze im Kochen; je nach
darf wird durch die sich verzweigenden Leitungs-
ren der Dampf entweder in den Wasserbottich F,
er in einen der drei nebeneinanderstehenden Maisch-
tiche, von denen nur der vorderste E sichtbar ist,
er endlich in das Hopfenextractionsgefäß B geleitet.
as erhitzte Wasser macht seinen Weg von F nach
n Maischbottichen; die in letztern nach und nach
tig werdenden Würzen gehen der Reihe nach in das
fäß B, um gehopft zu werden, gelangen in der-
ben Ordnung in den Kessel A und von diesem, so-
ld sie hinlänglich gekocht sind, auf die Kühlschiffe.
e Richtung des Dampfes wird durch die vorhandenen
ähne regulirt.

Wir schreiten nunmehr zur dritten Hauptoperation
r Biererzeugung, zur Gährung, welche bezweckt,
ien Theil des Zuckergehalts der Würze in Alkohol
d Kohlensäure zu verwandeln. Erst hierdurch
iden sich im Bier alle seine charakteristischen Eigen-
ıaften vereinigt; der Alkohol macht es belebend und
rauschend, die Kohlensäure erfrischend, schäumend,
ts unzersetzte Malzextract, aus Gummi und Zucker
stehend, macht das Bier substantiös oder sättigend,
d der aromatische Bitterstoff des Hopfens gibt ihm
n beliebten Hopfengeschmack.

Es ist zur Beurtheilung der Eigenschaften des
iers und insbesondere seiner Behandlung und Auf-
wahrung wohl zu beachten, daß dasselbe nicht wie der
lein ein fertig vergorenes Getränk ist, sondern daß
demselben nach der Hauptgährung stets noch
rungsfähige Bestandtheile übrigbleiben, welche die
achgährung bewirken.

Die Gährung ist unstreitig einer der merkwürdigsten
emischen Zersetzungsprocesse; sie besteht der Haupt-
che nach darin, daß Zucker, $C_6 H_{12} O_6$, zersetzt wird
Alkohol ($C_2 H_6 O$) und in Kohlensäure, $2 C O_2$.
iesselbe vollzieht sich jedoch unter so eigenthümlichen
ebingungen und Nebenerscheinungen, wie dies bei
nem andern chemischen Vorgange der Fall ist, so-
ß sie lange Zeit als ein ungelöstes Räthsel alle
orgfalt des Beobachters und allen Scharfsinn des
rschers herausforderte. Es beruht dies darauf, daß
der Gährung neben der chemischen Zersetzung die
twickelung pflanzlicher Organismen einherläuft und
ar so, daß beide Vorgänge nothwendig sich bedingen.
e klare Erkenntniß dessen konnte daher nur durch
s vereinte Studium des Chemikers und des Pflanzen-
ysiologen herbeigeführt werden, das folgende That-
hen festgestellt hat:

Eine Lösung von reinem Zucker in Wasser zersetzt
) weder von selbst, noch unter der Einwirkung der
rschiedensten chemischen Agentien in Alkohol und
hlensäure. Eine solche Zersetzung tritt jedoch als-
ld von selbst ein, wenn Zucker gelöst ist in Flüssig-
ten, welche Eiweißstoffe enthalten, wie dies bei den
türlichen süßen Pflanzensäften, z. B. beim Trauben-
t, sowie bei der künstlich erzeugten Bierwürze der
ll ist — ein bekannter Vorgang, den wir Gährung
nnen.

Die Zersetzung solcher gährungsfähiger Flüssigkeiten
tt jedoch nicht ein bei Temperaturen, die dem Ge-
frier- und Siedepunkt des Wassers sich nähern auch nicht in sehr zucker- oder alkoholreichen Flüssigkeiten und in solchen, die Stoffe enthalten, welche lebenden Körpern sich giftig erweisen. Die Gährung unterbleibt ferner, wenn eine gährungsfähige Flüssigkeit gekocht und noch heiß abgeschlossen wird von der Luft; ja sie gärt auch selbst dann nicht, wenn man Luft zu ihr treten läßt, die durch ein Baumwolle enthaltendes oder durch ein glühendes Rohr gestrichen ist. Die also behandelte Flüssigkeit geräth jedoch in Gährung, sobald sie erkaltet einige Zeit mit gewöhnlicher Luft in Berührung ist.

Aus gärenden Flüssigkeiten, die Eiweißstoffe enthalten, scheidet sich im Verlauf der Gährung sogenannte Hefe aus; dieser Schlamm erweist sich, unter dem Mikroskop betrachtet, als aus kleinen, zu den einfachsten Pilzformen gehörenden Pflanzengebilden bestehend, welche den Namen Hefenpilze oder Gährungspilze, Saccharomices cerevisiae, führen. Zu deren Lebensverrichtungen gehört die Aufnahme von Zucker und die Ausscheidung von Alkohol und Kohlensäure.

Die Zellwand der Gährungspilze ist hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung der Stärke und dem Zucker sehr ähnlich; ihr Zellinhalt ist dagegen, wie der aller Pflanzen, stickstoffhaltig. Die Hefenpilze können daher, in eine Zuckerlösung gebracht, zwar leben und deren Gährung hervorrufen, allein sie können sich darin nicht vermehren. In einer Flüssigkeit wie die Bierwürze, in der außer Zucker noch stickstoffhaltige Eiweißkörper sich befinden, wirken die Pilze nicht nur als Erreger oder Ferment der Gährung, sondern sie vermehren sich auch und erzeugen Hefe.

Die niedern Pflanzen, zu welchen die Hefenpilze gehören, pflanzen sich fort durch sogenannte Keimsporen, welche unsichtbar klein sind. Die Luft enthält stets solche Keime, die überall hingelangen und sich da entwickeln, wo sie günstigen Bedingungen begegnen. Hieraus erklärt sich, daß eine gährungsfähige Flüssigkeit, nachdem sie gekocht und von der Luft abgeschlossen worden ist, nicht in Gährung geräth; die in ihr vorhanden gewesenen Keime oder Pilze sind durch die Hitze getödtet worden, neue Keime können nicht hinzutreten. Was das Pflanzenleben hindert — Kälte, Hitze, Gifte — verhindert auch die Gährung. Läßt man die zutretende Luft durch Baumwolle streichen, so hält diese die Keime zurück; streicht sie durch ein glühendes Rohr, so verbrennen die Keime und die Gährung unterbleibt in beiden Fällen.

Solange noch in einer Flüssigkeit Zucker und Eiweißstoffe nebeneinander vorhanden sind, tritt unter günstigen Umständen Gährung in derselben ein.

Nur auf Grund vorstehender Thatsachen läßt sich Einsicht gewinnen in die Gährungserscheinungen, welche bei der Erzeugung aller geistigen Flüssigkeiten, des Weins, des Biers, des Branntweins und des Alkohols auftreten.

Damit die heiße gehopfte Würze in Gährung übergeführt werden kann, muß dieselbe vor allen Dingen in ihrer Temperatur erniedrigt oder die Kühlung der Würze vorgenommen werden. Es ist nothwendig, daß diese Operation rasch vor sich geht, da die Würze sehr geneigt ist, sauer zu werden, d. h. aus der geistigen in die Essiggährung überzugehen. Zu diesem Zweck läßt man dieselbe auf flache hölzerne Kufen, Kühlschiffe genannt, von großem Flächengehalt laufen, sodaß sie darin nur 4—6 Centimeter hoch steht und je nach Art des zu brauenden Biers auf 9—4° R. sich abkühlt. Dabei verdunstet noch ein beträchtlicher Theil des Wassergehalts der Würze, und es setzt sich aus ihr als Kühlgeläger noch etwas in Flocken geronnenes Eiweiß ab.

Da eine rasche Kühlung der Würze sich nur in den Herbst- und Frühjahrsmonaten bewirken läßt, so werden erstere zu Darstellung des sofort in Verbrauch genommenen Winterbiers, letztere für die Sommer- oder Lagerbiere verwendet. Ueberdies sucht man durch Aufstellung der Kühlschiffe an hohen, zugigen Stellen, durch künstlich erzeugten Zug vermittels Flügelwerken, durch Anwendung eiserner Kühlschiffe, die Kühlung zu beschleunigen. Endlich hat man sich durch die Einführung künstlicher Kühlung vermittels kalten Wassers und vornehmlich des Eises fast ganz von der Jahreszeit emancipirt, sodaß in größern Brauereien der Betrieb ununterbrochen neun Monate dauert.

Wir sehen in Fig. 6 eine künstliche Kühlvorrichtung im Grundriß; sie besteht aus einem flachen kupfernen Kasten aa, in welchem ein Schlangenrohrsystem bb liegt; in dieses tritt bei D kaltes Wasser ein, das bei C erwärmt ausfließt, weil es die Wärme der Würze aufnimmt, die, bei A in das Kühlgefäß eintretend, durch die Scheidewände cc genöthigt wird, das ganze Röhrensystem zu passiren, sodaß sie bei B gekühlt den Apparat verläßt.

Die gekühlte Würze wird in den Gärkeller geleitet, ein reinlich gehaltenes Erdgeschoß, dessen Temperatur nicht unter 5 und nicht über 12° R. betragen darf. Auf einem Lager stehen die offenen Gärbottiche, deren Größe und Anzahl sich nach der des Betriebs richtet. Sie dienen zur Aufnahme der Würze, welche zur raschern Einleitung der Gärung durch einen Zusatz von 5—6 Maß dicker Hefe auf 1000 Maß Würze, wie man sagt, angestellt und über der im Bottich ein Steigraum belassen wird, da sie während der Gärung sich hebt. Letztere beginnt nach 8—12 Stunden einzutreten, indem ein zarter weißer Schaum oder Rahm ihre Oberfläche überzieht; nach 24 Stunden zeigt sich das Kränzen, indem die Schaumdecke durchbrochen wird und die Oberfläche der Würze ein gekräuseltes, zadiges Ansehen erhält, das sich nach zwei bis vier Tagen verliert und nur eine bräunliche dünne Decke zurückläßt.

Diese Hauptgärung dauert 7—10 Tage; mit ihrer Lebhaftigkeit steigt die Temperatur der Würze um einige Grade und sinkt wieder; ihr süßer Geschmack und ihr specifisches Gewicht vermindern sich in gleichem Grade. Erleidet letzteres keine weitere Abnahme, so ist die Hauptgärung vollendet, das Bier ist fässig, d. h. reif, um auf Fässer gezogen und der Nachgärung überlassen zu werden. Dasselbe wird durch einen oberhalb des Bodens befindlichen Spunt abgezogen von der Hefe, die im Verlauf der Gärung sich unten abscheidet und daher Unterhefe genannt wird. Nur die mittlere, gelbe und sehr dicke Schicht derselben wird als brauchbar hinweggenommen und aufbewahrt. Von dieser Ausscheidungsart der Hefe hat der geschilderte Verlauf der Gärung den Namen der Untergärung erhalten. Die hierbei erzeugten Hefenpilze bestehen aus vereinzelten Zellkügelchen von $^1/_{10}$ Millimeter Durchmesser. Die Untergärung findet auf alle nach bairischer Art gebrauten Schank- und Lagerbiere Anwendung.

Die Obergärung hat daher ihren Namen, daß bei dem raschern und kräftigern Verlauf derselben die entweichende Kohlensäure größere Bläschen bildet, welche die Hefe mit sich in die Höhe nehmen, sodaß sie nicht am Boden sich ansammelt. Sie kommt in Anwendung bei den leichten Weißbieren in Norddeutschland, ferner bei den belgischen und englischen Bieren, und zeichnet sich aus durch ihren raschern, in zwei Tagen vollendeten Verlauf, der durch höhere Temperatur des Gärraums und durch Anstellen mit Oberhefe bewirkt wird. Letztere erhebt sich mit einem gröberen Schaum, der eine hohe Schaumdecke oder einen Schaumberg bildet, daher denn bei der Obergärung ein bedeutender Steigraum beim Füllen der Bottiche zu lassen werden muß. Nach Vollendung der Gärung sinkt der Schaum zusammen und hinterläßt die Oberhefe in Gestalt einer gelblichen, breiigen Masse, besteht, unter dem Mikroskop betrachtet, aus langen zu Schnüren gereihten Hefenpilzen.

Sowol das obergärige als auch das untergärige Bier enthält noch eine gewisse Menge von stickstoffhaltigem Eiweißstoff, wodurch die in den Lagerfässern [illegible] eintretende und ebenso verlaufende Nachgärung [illegible] tritt. Die hierbei entwickelte Kohlensäure [illegible] großen Theil im Bier und verleiht ihm seine [illegible] testen Eigenschaften — den erfrischenden Geschmack und die Fähigkeit des Schäumens. Es ist [illegible] Wichtigkeit, die Biere auf dem Höhepunkt der [illegible] gärung in Gebrauch zu geben, da mit der Abnahme und dem gänzlichen Verlust der Kohlensäure [illegible] gehaltvollste Bier fade und geschmacklos [illegible] Einhaltung dieses rechten Zeitpunktes erreicht [illegible] durch die Einrichtung der Lagerräume für [illegible] Von dieser ist auch die Haltbarkeit des Bieres [illegible] das eine große Neigung hat zur Essigsäuregärung [illegible] hiermit sauer und unbrauchbar zu werden. [illegible] widerstehen derselben die aus malzreichen [illegible] gehopften Würzen erzeugten untergärigen [illegible] wesentlichste Bedingung für ihre längere Aufbewahrung ist jedoch eine möglichst niedere, 4—5° R. nicht übersteigende Temperatur, die man durch Anlage von Felsenkellern, insbesondere mit Zuziehung [illegible] kellern, zu erreichen sucht. In England, wo [illegible] die Sommertemperatur nicht die Höhe der [illegible] tinents erreicht, begegnet man dem nachtheiligen Einfluß der Wärme und des Luftzutritts durch [illegible] geheuere Größe der aufrecht stehenden [illegible] richtiger als Lagerthürme zu bezeichnen. [illegible] in oberirdischen Hallen oder Magazinen, deren Temperatur 12° R. beträgt, deren Einfluß jedoch [illegible] großes Quantum Bier sich vertheilt und [illegible] merklich wird.

Die Güte des Biers wird nicht [illegible] seinen Gehalt an den verschiedenen Bestandtheilen bedingt, sondern es kommen hierbei Geschmack und Liebhaberei mit in Betracht. Während [illegible] gend leichte, gar nicht oder nur schwach gehopfte bittere Biere vorgezogen werden, verlangen [illegible] selben anderwärts stark, substantiös und [illegible] denem Hopfengeschmack; die unter dem Namen [illegible] und Lambick bekannten belgischen Biere [illegible] allen Trieb, schmecken hart, säuerlich, und [illegible] daran gewöhnt sein, um sie genießbar zu [illegible] von den berühmten englischen Bieren [illegible] nicht jedermanns Sache, während Ale [illegible] Anerkennung findet. Letztere haben [illegible] bairischen und österreichischen, insbesondere [illegible] Biere sich erworben, die im Ja- und Aus[illegible] fortwährend gesteigerten Verbrauchs sich [illegible]

Je mehr Extract das Bier enthält, [illegible] und voller erscheint es auf der Zunge, und [illegible] desselben schwankt zwischen 4—15 Procent. [illegible] unterscheidet man extractreiche, vollmundige, [illegible] tiöse von den extractarmen, dünnen und [illegible] ren, die, wenn sie einen größern Alkoholgehalt besitzen, weinartig sind. Letzterer beträgt [illegible] 2—8 Procent.

Von dem Gehalt an Kohlensäure [illegible] von 0,1 oder 0,2 bis 0,6 Procent [illegible] Stärke des Schäumens ab. Aus [illegible]

ere heißen Weißbiere; dunklere, aus Darrmalz haltene werden Braunbiere genannt; die gehopften heißen Bitterbiere, die ungehopften Süßbiere, mit Pechgeschmack behafteten Pechbiere.

Zur Vergleichung des Gehalts verschiedener Biere den wichtigsten Bestandtheilen dient folgende Tafel:

Namen der Biere	Procente an Extract	Procente an Alkohol
London-Ale, gewöhnliches	5—4	4—5
London-Ale, zum Export	7—5	6—8
London-Porter, zum Export	7—6	5—6
Brüsseler Lambik	5—3	4—6
Bairisches Bier	6—4	3—4,5
Berliner Weißbier	6,2—5,7	1,8—2.

2. Branntweinbrennerei und Spiritusfabrikation.

Branntwein und Spiritus oder Weingeist erden durch Destillation aus gegorenen Flüssigkeiten wonnen und sind Gemische von Alkohol und Wasser wie geringen Mengen anderer bei der Gärung sich ldender flüchtiger Stoffe. Man nennt ein solches Proict Branntwein, wenn es 40—50 Maßprocente Alkohol thält und unmittelbar als Getränk dient. Der Spitus enthält über 90 Procent Alkohol und hat eine usgedehnte technische Verwendung als Brennmaterial, Firnissen, zur Essigfabrikation, zur Darstellung hemischer und pharmacentischer Präparate, zur Conervirung u. s. w.

Spiritus, der von den begleitenden riechenden Stoen möglichst befreit worden ist, heißt gereinigter Spitus oder Sprit und wird als Zusatz zu Wein, Bier, iqueuren und zu Parfümerien verwendet.

Würde zur Gewinnung dieser beiden alkoholhaltigen lüssigkeiten lediglich reiner Zucker verwendet, so könen sie nur Alkohol und Wasser enthalten. Allein es erden Branntweine erzeugt aus den verschiedensten ucker- oder stärkehaltigen Naturproducten, die bei der ärung neben Alkohol noch riechende Stoffe bilden, elche dem Destillat sich beimischen und ihm einen genthümlichen Geruch und Geschmack verleihen, den r Aroma nennen, wenn er angenehm, und Fusel, enn er widerlich ist. Die Branntweine erhalten daer, je nach ihrer Abkunft, besondere Namen, wie wetschen-, Heidelbeer-, Himbeer- und Kirschbranntein oder Kirschwasser, Frucht- oder Kornbranntwein der Whisky, Kartoffelbranntwein oder Schnaps; Enzianbranntwein, Arac oder Reisbranntwein, Rum, der us Zuckermelasse, und Cognac, der durch Destillation us dem Wein gewonnen wird, u. a. m.

Die Branntweinbrennerei, früher durch die von der ertlichkeit hervorgebrachten Naturproducte bedingt und ls Nebengeschäft der Landwirthschaft betrieben, hat en Rang einer großen Fabrikation angenommen, seit em man in der Kartoffel eine Culturpflanze kennen rnte, die jede andere übertrifft in der massenhaften rzeugung von Stärke. Wie Stärke in Zucker und ucker in Alkohol verwandelt wird, wurde bei der Fabrition des Biers (S. 31 u. 33) bereits eingehend besrochen, weshalb wir uns hier auf die Beschreibung niger Apparate beschränken können.

Noch sei bemerkt, daß auch die Branntweinbrennerei us Kartoffeln mehr und mehr aus dem landwirthhaftlichen Betrieb verschwindet und der Spiritusbrikation erliegt, wo nicht örtliche Verhältnisse sie egünstigen. Es beruht dies vornehmlich darin, daß er nur 10 Procent Wasser enthaltende Spiritus eine um Transport geeignetere Handelswaare ist als Branntwein, der 50—60 Procent Wasser enthält, für welches bei Versendungen die Fracht zu bezahlen ist. Es empfiehlt sich daher meistens, Spiritus zu beziehen und denselben erforderlichenfalls durch Zusatz von Wasser auf Branntwein zu verdünnen.

Aus der chemischen Zusammensetzung des Zuckers läßt sich berechnen, daß bei der Zersetzung desselben in Alkohol und Kohlensäure aus 100 Gewichtstheilen Zucker 53,8 Gewichtstheile Alkohol entstehen müßten. Allein in Wirklichkeit wird diese Menge nicht ganz gewonnen; man kann annehmen, daß der Zucker die Hälfte seines Gewichts Alkohol gibt, sodaß also für 2 Kilo in Gärung gebrachten Zuckers 1 Kilo Alkohol in die Flüssigkeit kommt. Es beruht dies darauf, daß Alkohol und Kohlensäure allerdings die Hauptproducte der Gärung sind, daß jedoch 4—5 Procent Zucker derselben entgehen und andere Producte bilden, nämlich Bernsteinsäure, Glycerin und die sogenannten Weinöle und Fuselöle.

Die Branntweinbrennerei aus Kartoffeln zerfällt in drei Operationen, in das Maischen, in die Gärung und in die Destillation. Das Maischen bezweckt, vermittels eines Zusatzes von Malz zu Kartoffelmehl dessen Stärke durch die Einwirkung von Diastas in Stärkezucker überzuführen. Zu diesem Zweck müssen die Kartoffeln gewaschen, in Dampf gekocht und zerrieben werden, wozu mancherlei mechanische Vorrichtungen in Anwendung kommen. Taf. 8, Fig. 7 zeigt eine solche. Der trichterförmige Behälter A steht in einem Fasse, in welches Dampf eingeleitet wird, der die Kartoffeln weich kocht; durch Umdrehung der sechskantigen Walze e in dem Ansatz C gelangen die Kartoffeln nach und nach in das konische Reibwerk B, in welchem die mit Flügeln bb und Reibkolben b'b'... ausgestattete Achse aa unter Zufluß von Wasser sich umdreht, die Kartoffeln in Brei verwandelt und diesen durch die Löcher drückt, während die Schalen zurückbleiben.

Die zerriebene Kartoffelmasse kommt mit einem Zusatz von etwa 5 Procent Malzschrot auf die Maischbottiche und wird zur Zuckerbildung auf die Temperatur von 50° R. gebracht. Hierbei verflüssigt sich der größere Theil der breiigen Masse alsbald, während dickere Klumpen verbleiben und der Zuckerbildung widerstehen. Zur Beseitigung dieses Misstandes gibt man die Masse in den Apparat ABCD (Fig. 8) im Querschnitt. Der dünne Theil läuft ab, während durch Umdrehung der Kurbel G die Kegelwalze I in Bewegung gesetzt wird, die alle vorhandenen Klumpen zerquetscht und durch den Siebboden drückt.

Nach vollendeter Zuckerbildung wird die Maische durch einen Zusatz von Hefe in Gärbottiche bei etwa 14° R. zur Gärung angestellt, die in 48 Stunden vollendet ist, worauf man zur Destillation schreitet.

Eine jede Destillation beruht darauf, daß in dem Destillirgefäß eine Flüssigkeit durch Wärme in Dampf verwandelt wird, der aufsteigt und durch nachfolgende Dämpfe weitergeschoben wird, bis er an einen kühlern Theil des Apparats, die Kühlvorrichtung, gelangend, sich wieder zu Flüssigkeit verdichtet, die nach einem zur Aufnahme dienenden Behälter, Vorlage genannt, abfließt. Man vermag also vermittels der Destillation Stoffe, die flüchtig sind, d. h. die sich bei einer bestimmten Temperatur in Dampf verwandeln, zu trennen von solchen, die nicht flüchtig sind, oder von solchen, die weniger flüchtig sind. Letzteres ist der Fall bei der Destillation des Branntweins aus Maische, die Alkohol enthält, der bei 63° R. siedet und daher beträchtlich flüchtiger ist als das gleichzeitig vorhandene Wasser, das erst bei 80° R. siedet.

Wenn daher Maische erhitzt wird, so entwickeln sich

vorerst und am reichlichsten Dämpfe von Alkohol. Allein dies hindert nicht, daß zugleich Wasserdampf sich bildet und mit abzieht. Der Erfolg ist, daß die überdestillirte Flüssigkeit, Destillat genannt, ein Gemisch von Alkohol und Wasser ist, daß ersterer im Anfange der Destillation vorwaltet, im Verlauf derselben mehr und mehr abnimmt, bis zuletzt der Dampf gar keinen Alkohol mehr enthält, sondern nur noch Wasser liefert. In diesem Zeitpunkt ist die Destillation vollendet, und er gilt als erreicht, wenn von dem Quantum der zur Destillation eingegebenen Maische ein Drittel überdestillirt ist. Außerdem läßt sich dieser Vorgang verfolgen vermittels eines dafür eingerichteten Aräometers, das Alkoholometer, Spiritus- oder Branntweinwage genannt wird, eine Glasröhre, die um so tiefer einsinkt, je reicher das Gemische an Alkohol ist.

Der einfachste, im kleinen Betrieb hier und da noch gebräuchliche Branntwein-Brennapparat besteht aus einer Destillirblase von Kupfer, auf deren weite Oeffnung nach Einbringung der Maische der Helm oder Hut aufgesetzt wurde, dessen Schnabelrohr in das gewundene Schlangenrohr mündet. Dieses steht in einem mit kaltem Wasser gefüllten Kühlfaß (Kühltonne) und leitet die verdichtete Flüssigkeit in ein als Vorlage dienendes Gefäß. Die früher übliche Heizung mit freiem Feuer ist fast gänzlich durch Dampfheizung verdrängt, die insbesondere den Vortheil gewährt, daß sie das Anbrennen der Maische verhütet. Von den zahllosen Abänderungen, welche in Größe und Einrichtung des Brennapparats vorkommen, zeigt uns Fig. 9 eine Destillirblase, deren Seitenwand von Holz ist, während Helm und Bodenstück aus dünnem Kupferblech bestehen, mit eingeführtem Dampfrohr. Sie empfiehlt sich durch ihre Wohlfeilheit.

Das von der Maische abdestillirte Drittel enthält durchschnittlich 21 Procent Alkohol und wird Lutter genannt. Aus demselben wird der Branntwein dargestellt, indem man den Lutter der Rectification, d. h. einer nochmaligen Destillation unterwirft und das zwischen 40—50 Procent Alkohol enthaltende Destillat gesondert auffängt. Der alkoholarme Rückstand heißt Phlegma.

Die in der Blase verbleibenden Maischrückstände dienen unter dem Namen von Schlempe oder Spülicht als Viehfutter.

Das in der Maische entstehende Kartoffelfuselöl (oder Amylalkohol $C_5H_{12}O$) siedet erst bei 132° R.; es ist im ersten Theil des Destillats nur wenig davon vorhanden, sondern tritt hauptsächlich gegen das Ende der Destillation auf, daher das zuletzt aufgesammelte den widerlichen Fuselgeruch und Geschmack in hohem Grade besitzt.

Die Spiritusfabrikation auf der heutigen Entwickelungsstufe bezweckt, sofort direct aus der Maische eine Flüssigkeit zu erzielen, die 85—90 Maßprocente Alkohol enthält, und zwar mit dem geringsten Aufwand an Zeit und Brennstoff. Die hierzu befolgten zwei Hauptmethoden, die Rectification und Dephlegmation beruhen auf folgenden Grundsätzen: Wenn eine alkoholhaltige Flüssigkeit — z. B. Maische — erhitzt wird, so verwandelt sich vor allem der flüchtigere Alkohol in Dampf, dem sich nachträglich mehr und mehr Wasserdämpfe beimengen; die bei jeder Destillation zuerst auftretenden Dämpfe sind daher stets alkoholreicher als die nachfolgenden. Läßt man nun die aus der Destillirblase abziehenden Dämpfe nicht direct in die Kühlvorrichtung gehen, sondern durch eine alkoholhaltige Flüssigkeit, so nehmen sie aus letzterer Alkohol auf und werden alkoholreicher. Wiederholt sich dieser Vorgang mehrmals, so kommt der Dampf an Alkoholgehalt fortwährend zu; man nennt denselben die Rectification und die dazu dienenden Vorrichtungen Rectificatoren.

Auch bei der Dephlegmation werden die der Blase aufsteigenden alkoholhaltigen Dämpfe sofort vollständig verdichtet, sondern genöthigt, einen längeren Weg durch den Dephlegmator zurückzulegen, in welchem ein Theil derselben sich zu Flüssigkeit verdichtet, die wieder in die Blase zurückfällt, während alkoholreicherer Dampf weiter geht. In der Regel werden bei der Spiritusfabrikation beide Methoden miteinander verbunden, wie dies bei dem Apparat von Pistorius (Fig. 10) der Fall ist.

Wenn derselbe in Betrieb gesetzt ist, sind die beiden Blasen A und B sowie der Vorwärmer C mit Maische, also mit einer alkoholhaltigen Flüssigkeit gefüllt. Der in A entwickelte Dampf erhebt sich in dem Helm und tritt bei i in die in B befindliche Maische, durchdringt sie und gelangt bereichert an Alkohol in das Helmrohr l seitwärts abgehende Knierohr m. Der obere Theil s des letztern geht durch den Boden des Behälters C', der den Vorwärmer C mantelartig umgibt. Aus s tritt der Dampf in eine unter v von C befestigte ringförmige Kappe tt und wird genöthigt, abwärts zu steigen, wobei ein Theil desselben zu Flüssigkeit sich verdichtet. Die alkoholhaltigen Dämpfe verbreiten sich in dem engen Raum zwischen C und C' und gehen durch die beiden Röhren vv, die sich bei w vereinigen, in den horizontalen Dephlegmator D, wo sie durch die Scheibe e genöthigt werden, sich auszubreiten. Die Temperatur C' sowol, als auch die von D, unten durch Wasser, oben durch aufgegossenes Wasser abgekühlt, dephlegmirend auf den durchstreichenden Alkohol, der erforderlichenfalls noch ein zweites und drittes solches Becken passirt und zuletzt mit einem Alkoholgehalt von 85—90 Procent durch das Rohr f in der Kühlvorrichtung abzieht.

Indem also der von A ausgehende Dampf in Maische in B, sodann die in C' verdichtete alkoholhaltige Flüssigkeitsschicht q durchstreicht, ist eine zweimalige Rectification statt, während in C und D und den etwa nachfolgenden Becken eine Dephlegmation sich vollzieht. Aus C wird die gewärmte Maische durch γ und den Hahn δ abgelassen und von da durch Aufziehen des Griffs i nach der Blase A. Letztere wird mit der Zeichnung nicht sichtbares Bodenventil von Schlempe entleert. Wenn, wie dies hier der Fall, mit directem Feuer geheizt wird, so dienen die Röhrenwerke f und h zur Verhinderung des Anbrennens der Maische.

Oeffnet man den Probehahn d, so geht Dampf aus der Blase A direct in den kleinen Kühlapparat, aus dem Gehalt der verdichteten Flüssigkeit kann man Fortschritt und Ende der Destillation ersehen.

In dem mit Dampf betriebenen Stärkefabrikapparat von Pistorius (Taf. 10, Fig. 1) begegnen wir der im Vorhergehenden beschriebenen Einrichtung nur in veränderter Aufstellung, sodaß eine Beschreibung zur Erklärung genügt, da ohnedies die Pfeile die Bewegung und Richtung des Dampfes veranschaulicht wird.

A erste, B zweite Blase; C erster Vorwärmer, D Vorwärmer für die Maische, die durch aa eingelassen wird; E, F, G drei Dephlegmatoren, aus deren letztem der Alkoholdampf durch das Kühlfaß geht; durch ee tritt aus dem

eiße Wasserdampf in die Blase A; die Ansätze n und
n des Warmwasserrohrs dienen zum theilweisen oder
anzen Ablassen des erwärmten Wassers über den
Dephlegmatoren; die Zuleitung des kalten Wassers ist
eggelassen; die Knierohre o leiten den in den Becken
ch ansammelnden Lutter durch das Rohr pp zurück
t den ersten Dephlegmator; w sind sogenannte Mann-
cher zum Reinigen der Blasen; durch d wird die
chlempe entleert; s ist ein Probehahn.

Wie mannichfach auch die Abänderungen in den
eten zur Spiritusfabrikation dienenden Apparaten
in mögen, so beruhen doch alle im wesentlichen auf
en vorstehend erläuterten Grundsätzen und Einrich-
ungen, wie insbesondere die in Frankreich und Belgien
blichen Rectificationscolonnen.

3. Essigfabrikation.

Die Essigfabrikation bildet eine Fortsetzung der
rzeugung von Branntwein und Spiritus, und findet
ch daher öfter in Verbindung mit dieser Industrie.
Das wir Essig nennen, ist der Hauptsache nach ein
Gemenge von mindestens 2 und von höchstens 10 Pro-
ent Essigsäure ($= C_4H_6O_3$) mit Wasser. Es gibt
veierlei Bildungsweisen der Essigsäure, erstlich die
urch trockene Destillation des Holzes, welche den so-
ennannten Holzessig liefert, und die zweite, bei wel-
er Alkohol durch Aufnahme von Sauerstoff in Essig-
äure übergeht. Der Holzessig ist wegen seines Ge-
alts an empyreumatischen oder brenzlichen Stoffen
u Speisen nicht geeignet und wird in der Technik
erwendet. Aller in unsern Haushaltungen verbrauchte
Essig ist auf letztere Art gewonnen worden. Der
Vorgang hierbei ist folgender. Sauerstoff, der auf
Alkohol (C_4H_6O) einwirkt, entzieht demselben 2 Atome
Wasserstoff und bildet mit demselben Wasser (H_2O)
und eine flüchtige Verbindung, sogenannten Aldehyd
(C_4H_4O), was sich durch folgende Formeln veran-
schaulichen läßt: $C_4H_6O + O = H_2O + C_4H_4O$.
Der letztgenannte Körper geht durch weitere Einwir-
kung von Sauerstoff, von dem er 1 Atom aufnimmt,
über in Essigsäure: $C_4H_4O + O = C_4H_6O_3$. Bei
diesem Vorgang entstehen aus 100 Pfd. Alkohol, un-
ter Aufnahme von 69 Pfd. Sauerstoff, 130 Pfd.
Essigsäure.

Die Umwandlung von Alkohol in Essigsäure geht
doch nur unter besondern Bedingungen vor sich. Es
ist bekannt, daß weder Spiritus noch Branntwein von
selbst sich in Essig verwandeln und sauer werden.
Der Sauerstoff bedarf, um dies zu bewirken, eines
Vermittlers. Ein solcher ist höchst fein vertheiltes
Platin, sogenannter Platinmohr. Gießt man in
ein Trinkglas etwas Spiritus und stellt 1 Centimeter
hoch über denselben ein Schälchen mit Platinmohr,
worauf man die Vorrichtung bedeckt, so erkennt man
schon nach einigen Minuten durch den Geruch, daß
Aldehyd und Essigsäure sich gebildet haben, deren
Menge zunimmt, bis der Alkohol völlig in letztere
verwandelt ist. Man nimmt an, daß der Platinmohr
dem Sauerstoff der Luft verdichtet, der alsdann kräf-
ger auf den Alkoholdampf einwirkt. Diese Methode
wird jedoch zur Fabrikation von Essig nicht angewen-
det und hierzu vielmehr ein Weg eingeschlagen, der
Essiggärung genannt wird, wegen der Aehnlichkeit,
die er mit der Entstehung des Alkohols aus Zucker
durch die Gärung hat.

Wir wissen aus Erfahrung, nicht selten zu unserm
Verdruß und Schaden, daß Wein, Bier und zucker-
haltige Säfte sauer werden. Beobachtet man z. B.
einen Weinrest, der in einer Flasche stehen geblieben
ist, so beginnt derselbe nach einiger Zeit sich zu trü-
ben, er wird, wie man am Rhein sagt, kahnig,
d. h. auf seiner Oberfläche erscheint ein weißlicher
Schimmel, und alsbald macht sich durch Geruch und
Geschmack bemerklich, daß der Wein in Essig verwan-
delt ist; ganz ähnlich ist der Vorgang beim Bier.
Jener Schimmel ist aber nichts anderes als ein mi-
kroskopischer Pilz, der sogenannte Essigpilz, Myco-
derma aceti, zu dessen Lebensfunction es gehört, die
Uebertragung des Sauerstoffs der Luft an Alkohol zu
vermitteln und diesen in Essigsäure zu verwandeln.
Alle Ursachen, welche die Entwickelung und das Leben
dieses Essigpilzes verhindern, dienen daher auch zur
Verhinderung der Essiggärung, ganz ähnlich, wie dies
bezüglich der Hefenpilze bei der Alkoholgärung erläu-
tert worden ist. Je reicher eine Flüssigkeit ist an
Alkohol, desto stärkern Essig liefert sie, doch ist zu be-
merken, daß die Essigbildung nicht vor sich geht, wenn
dieser Gehalt mehr als 12 Procent beträgt; es ist
zum Eintritt derselben ferner eine Temperatur von
18—30° R. erforderlich. Je mehr dieselbe den letzt-
genannten Grad erreicht und je mehr Luft zur essig-
bildenden Flüssigkeit hinzutritt, um so rascher vollzieht
sich deren Umwandlung in Essig.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir über zur
Essigfabrikation, für die es zwei Hauptmethoden gibt,
die ältere oder langsame Methode und die neuere oder
Schnellessigfabrikation.

Das einfachste Beispiel der Gewinnung von Essig
auf erstgenanntem Wege ist zugleich die ursprünglichste
Methode, indem man Wein in Säurung übergehen
läßt. Das Product heißt Weinessig, und da es
die aromatischen Bestandtheile des Weins enthält, so
gilt es als die vorzüglichste aller Essigsorten. Hierzu
ist jedoch zu bemerken, daß schwache und saure Weine,
die arm sind an Alkohol und Zucker, unmöglich einen
kräftigen Essig liefern können und daß feinere und
starke Weine heutigentags zu theuer sind, um zur
Essigbildung mißbraucht zu werden. Dagegen wird
mitunter in Süddeutschland noch der Hausessig be-
reitet. Man findet da auf dem großen Kachelofen
ein Fäßchen liegend, mit offenem Spunt und etwas
über halb gefüllt mit Essiggut. Als letzteres dienen
Reste von Wein, Obstwein und Bier, trüber Wein,
Branntweinlutter, die gelegentlich aufgefüllt werden
und in Essig übergehen, der sich klärt und durch einen
in halber Höhe des Bodens befindlichen Hahn abge-
lassen wird.

Die in großem Maßstabe ausgeführte langsame
Essigfabrikation führt wol auch den Namen der Essig-
siederei oder Essigbrauerei, da die Vorarbeit
ganz in denselben Operationen besteht, die zur Berei-
tung einer Würze erforderlich sind, nämlich im Malzen
von Getreide, Einmaischen desselben mit Zusatz von
Kartoffelmehl, Erhitzen der Maische zur Zuckerbildung
und Abziehung einer möglichst starken, zuckerhaltigen
Würze, welche, zur Gärung angestellt, eine weinartige
Flüssigkeit, Malzwein, auch Essiggut genannt, lie-
fert, die durchschnittlich 4,4 Procent Alkohol enthält.

Die Ueberführung derselben in Essig geschieht in
der Essigstube, einer heizbaren Localität, in der je
nach Größe des Betriebs 30—100 und mehr Essig-
bilder lagern, nämlich Fässer, die zu drei Viertel
angefüllt werden. Der Zutritt der Luft ist durch den
offenen Spunt gestattet, und bei einer durchschnittlichen
Temperatur von 20—24° R. ist die Essigbildung in
sechs bis zehn Wochen vollendet. Sie läßt sich noch
beschleunigen, wenn beim Beginn dem Essiggut etwas
fertiger Essig zugesetzt und die Temperatur bis gegen
30° R. gesteigert wird.

Seitdem die Spiritusfabrikation aus Kartoffeln eine

neuerte, wenn auch weniger hohe Prämie durch den auf die Einfuhr des Zuckers gelegten Zoll. Dieselbe besteht noch heute als wesentliche Bedingung für die einheimische Zuckererzeugung, denn während in Deutschland sowol der eingeführte Rohrzucker als auch der Rübenzucker durchschnittlich pro Pfund 6 Groschen kostet, beträgt der Preis desselben in England 3 bis 4 Groschen, da dort der Colonialzucker zollfrei eingeht.

Die Rübenzuckerfabrikation entwickelte sich vorzüglich wieder im nordwestlichen Frankreich, wo Arras und Lille ihre Mittelpunkte bilden. In Deutschland gewann sie Ausdehnung besonders in der preußischen Provinz Sachsen, in Braunschweig und Anhalt, während in Süddeutschland nur eine einzige Fabrik von hervorragender Bedeutung sich behauptet hat. Es fehlte nämlich auch in späterer Zeit keineswegs an Krisen für diese Industrie. Mit der steigenden Production des inländischen Rübenzuckers mußte eine entsprechende Verminderung des Eingangszolls für Colonialzucker eintreten, und der Staat suchte diesen Ausfall seiner Einnahmen zu decken durch Besteuerung der Zuckerfabrikation. In der That wurde dieselbe von anfänglich $^1/_2$ Groschen für den Centner verarbeiteter Rüben seit 1840 allmählich auf $7^1/_2$ Groschen gesteigert und dürfte hiermit ihre Grenze noch nicht erreicht haben. Im Jahre 1867, wo 43,5 Mill. Ctr. Rüben verarbeitet wurden, war der Ertrag der Rübensteuer 12 Mill. Thlr. Die Gesammtproduction von Rübenzucker in Europa betrug 14 Mill. Centner, wovon auf Deutschland nahezu 4 Mill. Centner kommen.

Diese Belastung der Fabrikation konnte nur ertragen werden durch eine vervollkommnete Methode in der Zuckergewinnung, und hier ist es, wo die Fortschritte in der Chemie sowie die Zuziehung physikalischer und mechanischer Hülfsmittel das Einhalten der Wage ermöglichen. Andererseits hatten entsprechende Verbesserungen im Anbau der Rübe nutzwirken zur Erreichung und Einhaltung dieses Ziels.

Hiermit sind wir bei der Betrachtung der Zuckerrübe selbst angekommen, von der verschiedene Spielarten angebaut werden, unter welchen die Electoral- oder Imperialrübe den reichsten, auf 12—14 Proc. steigenden Zuckergehalt besitzt. Durchschnittlich kann jedoch der Zuckergehalt der Rüben nicht höher als 10—11 Proc. angenommen werden. Als mittlere chemische Zusammensetzung der Zuckerrübe ergeben sich folgende Procente:

Wasser	82,7
Zucker	11,3
Eiweißstoffe	1,5
Zellstoff	0,8
Organische Stoffe, insbesondere Säuren und ihre Salze, Farbestoff u. a. m., und unorganische Salze	3,7
	100,0

Als verkäufliche Waare in Gestalt von Melis werden aus dem Centner Rüben 7—8,5 Pfd. Zucker gewonnen.

Der große Gehalt des Rübensaftes an Eiweißstoffen, insbesondere aber an Säuren und Salzen sind die Ursachen, welche die Gewinnung des Zuckers aus demselben ungemein erschweren und die Ausbeute beeinträchtigen.

Die Fabrikation des Rübenzuckers umfaßt eine Reihenfolge von Operationen, welche wir in Nachfolgendem aufzählen:

1) Das Waschen und Putzen der Rüben. 2) Das Zerkleinern derselben. 3) Gewinnung des Rübensaftes. 4) Scheidung des Saftes mit Kalk und Entkalkung desselben. 5) Entfärbung vermittels Filtration durch Knochenkohle. 6) Verkochen des Saftes zur Krystallisation. 7) Darstellung von Melis und Candis.

1) Das Waschen und Putzen der Rüben geschieht in einer aus Latten gefügten Trommel von 12 Centimeter tief in Wasser eintaucht und durch Dampfmaschine in Umdrehung versetzt wird; die zukommen gereinigten Rüben werden mit dem Kraut von den Köpfen und sonstigen unbrauchbaren Theilen befreit.

2) Die Zerkleinerung der Rüben. Dieselbe besteht vorherrschend in dem Zerreiben oder, richtiger gesagt, in einem Zerreißen der Rüben. Da der Saft in den Zellen der Rübe eingeschlossen ist, so wird selbst die Anwendung des stärksten Drucks nicht vermögend sein, denselben auszupressen. Dies kann geschehen, wenn das Zellgewebe zerrieben ist, wie man sich der Reibe von Thierry (Taf. 9, Fig. 1) bedient, die im Durchschnitt abgebildet ist. Dieselbe besteht aus einer Reibetrommel, die aus zwei Scheiben von Gußeisen gebildet wird, von welchen die eine, B sichtbar ist. Zwischen denselben werden vermittels Schrauben hölzerne Dauben g g eingesetzt und auf diese abwechselnd schmale Holzleisten f aufgenagelt und entsprechende Sägeblätter E zwischen denselben eingeklemmt, von welch letzteren eingesetzt werden. Durch einen jederseits über Stirne dieser Theile getriebenen schmiedeeisernen Ring bekommt das Ganze Halt, der noch vermittelst durch Uebergießen des Holzwerks der Trommel mit warmem Wasser, wodurch es aufquillt. Bei dem wurde die Herstellung dieser Vorrichtung, indem wie Fig. 4 zeigt, zwei gußeiserne Scheiben die durch die Achse b und die daraufsitzenden Ringe zu einem Ganzen fest verbunden sind. Zwischen Scheiben werden dann Sägeblätter in einen Ring klemmt, der durch einen am Umfang befindlichen gebildet wird.

Die Trommel ist auf der Achse a (Fig. 1) befestigt und macht mit derselben 1000 bis 1200 Umdrehungen in der Minute, wodurch in 24 Stunden 800 bis Ctr. Rüben in einen feinen Brei verwandelt werden. Es geschieht dies durch die über die Leisten f hervorragenden Zähne der Sägeblätter. Damit der Brei nicht weggeschleudert wird, deckt eine Kappe von Blech D die Oberseite der Maschine. Die Rüben werden in dem sogenannten Rumpf C vorgelegt, entweder durch Handarbeiter oder durch einen mechanischen Schiebknecht (Poussoir). Die zerriebene Masse fällt in den Raum E.

Nach dem Verfahren von Schützenbach, der großen Fabrik von Waghäusel in Baden, wird, werden die Rüben durch eine mechanische Vorrichtung in fingerlange Schnitzel geschnitten, getrocknet und später extrahirt.

3) Gewinnung des Rübensaftes. Zum Auspressen des Rübenbreis hat die hydraulische Presse alle frühern Preßvorrichtungen verdrängt, weil sie bei leichter Handhabung und großer Wirkung nur einen kleinen Raum einnimmt. Die Einrichtung der hydraulischen Presse beruht auf dem hydrostatischen Gesetze, daß der Druck, welcher auf eine Stelle einer Flüssigkeit ausgeübt wird, die in einem verschlossenen Gefäße sich befindet, nach allen Richtungen mit gleicher Kraft sich fortpflanzt. Ein unwillkommenes Beispiel dieser durch erzielbaren Wirkung wird mitunter beim Verkorken von Weinflaschen. Ist eine solche Flasche angefüllt, sodaß der Kork unmittelbar auf der Flüssigkeit aufsitzt, so reicht ein ganz geringer Druck

lag hin, die Flasche zu zersprengen. Jeder Theil innern Oberfläche der Flasche, der so groß ist als vom Kork berührte Flüssigkeitsfläche erleidet in em Falle einen gleich großen Druck wie jene, was Gesammtwirkung von innen nach außen ergibt, selbst die stärkste Flasche nicht zu widerstehen nag.

Um zu erläutern, wie dieses Princip Anwendung et bei der hydraulischen Presse, bedienen wir uns Fig. 5 Dieselbe stellt ein zweischenkeliges Gefäß vor, in welchem zwei Kolben luftdicht eingepaßt vorr, in welchem zwei Kolben luftdicht eingepaßt verschiebbar sind. Das Gefäß ist angefüllt mit sser. Wirkt nun ein Druck auf den kleinern ben, so pflanzt sich derselbe fort und schiebt den ben im weitern Schenkel mit einer Kraft in die e, die so viel mal größer ist als die angewendete, der Querschnitt des großen Kolbens den des kleinen Flächeninhalt übertrifft. Es habe beispielsweise Querschnitt des kleinen Kolbens 1 Quadratcentiter, der des großen 100 Quadratcentimeter, und sei der auf erstern wirkende Druck gleich 10 Pfd., wird der große Kolben mit einer Kraft von × 100 = 1000 Pfd. aufwärts geschoben. Wird über diesem Kolben ein Widerlager angebracht zwischen diesem und dem Kolben ein Körper einhaltet, so wird letzterer mit der entsprechenden Kraft ammengepreßt. Je größer der Querschnitt des eßkolbens im Verhältniß zu dem des Druckkolbens, o je größer der auf letztern ausgeübte Druck, desto ößer die Wirkung der Presse, die in der That zu nz außerordentlicher Leistung gesteigert werden kann. r weitern Veranschaulichung dient Fig. 6, wo t Weglassung der Druckpumpe, welche durch m das asser unter den Preßkolben g führt, die eigentliche eßvorrichtung abgebildet ist. Dieser Kolben trägt seinem obern Theil eine Platte h, Preßtisch gennt, die ringsum eine rinnenförmige Vertiefung Aufnahme des ausfließenden Saftes hat, der durch s Rohr z' abläuft. Auf den Preßtisch wird der in cher eingeschlagene oder in Säcke gefüllte Rübenbrei t eingeschalteten Eisenblechen aufgeschichtet und durch Auftrieb des Kolbens gegen das Widerlager o' rückt.

Die Dicke der zu pressenden Rübenbreischichten darf r eine geringe sein, sodaß nach vollzogener Pressung Preßrückstände, die sogenannten Preßlinge, nicht ler sind als Pappe, und dabei dicht und möglichst cken erscheinen. 100 Pfd. Rüben liefern 76,8 Saft d 23,2 Pfd. Preßlinge, welche noch 15 Wasser und 72 Pfd. Zucker enthalten. Man benutzt dieselben als ehfutter, zur Bereitung von Branntwein und als aterial zur Papierfabrikation.

Außer dem geschilderten Preßverfahren kommt zur ftgewinnung auch das Schleuderverfahren vermittels Centrifuge in Anwendung. Der populärsten wendung der Centrifugalkraft begegnen wir, wenn Köchin den gewaschenen Salat, in eine Seihe oder einen Korb gethan, kräftig in Umschwingung versetzt. s anhängende Wasser fliegt durch die Oeffnungen r Maschen davon. Maschinen, nach gleichem Prinp construirt, um Flüssiges von Festem zu trennen, ßen Centrifugen. Fig. 10 zeigt uns im Längsnitt eine Saftcentrifuge; a ist eine oben offene ommel mit siebartig durchlöcherter Wand, in welche Rübenbrei eingeschüttet wird, der von dem Kegel abgleitet und nach der Trommelwand geleitet wird. n Mantel e e umgibt die Trommel und dient zum fangen des ausgeschleuderten Saftes, der durch f fließt. Durch die Achse b, welche mit der Betriebsschine in Verbindung steht, wird die Trommel in Bewegung gesetzt, von 1000 — 1200 Umgängen in der Minute. Dieselbe vermag 150 — 200 Pfd. Rübenmasse aufzunehmen. Die Centrifuge liefert aus dem eingetragenen Brei nur ungefähr 65 Proc. Saft. Zur Gewinnung des zuckerhaltigen Saftes, der im Rückstand noch enthalten ist, wird dieser gedeckt, d. h. durch eingespritztes Wasser etwas verdünnt und abermals ausgeschleudert. Eine Wiederholung dieser Operation würde zwar eine fast gänzliche Erschöpfung des Breis möglich machen, aber so verdünnte Säfte liefern, daß er die Kosten der Eindampfung nicht lohnt.

Endlich macht man bei der Gewinnung des Zuckers aus der Rübe auch Gebrauch von der Maceration, welche darin besteht, daß die getrocknete Rübe gemahlen und wiederholt in Wasser eingeweicht wird, das den Zucker auszieht. Dieses Verfahren gewährt den Vortheil, daß das Verarbeiten der getrockneten Rübe einen Geschäftsbetrieb zuläßt, der auf das ganze Jahr sich ausdehnt, während das Aufarbeiten frischer Rüben in eine kurze Periode, in die sogenannte Campagne sich zusammendrängt, mit nachfolgendem Stillstellen der Arbeiter. Als Nachtheil der Arbeit mit getrockneter Rübe ergibt sich jedoch der wiederholte Aufwand von Brennstoff, einmal um den natürlichen Wassergehalt der Rübe, und das andere mal um das bei der Maceration wieder zugesetzte Wasser zu verdampfen. Man hat daher letztere nicht ohne Vortheil auf frische Rübenschnitzel anzuwenden versucht.

4) Die Scheidung des Rübensaftes. Der ausgepreßte Saft färbt sich an der Luft rasch tintenartig; er enthält außer Zucker einige stickstoffhaltige Substanzen, die leicht Fermente bilden und den Zucker in Milchsäure und andere Gärungsproducte überführen; er enthält ferner freie Säuren, die geneigt sind, den Zucker in unkrystallisirbaren Zucker zu verwandeln. Es gilt daher, diesen nachtheiligen Einflüssen möglichst rasch zu begegnen, was geschieht, indem der Saft in der Scheidepfanne, unter Zusatz von 1 — 2 Pfd. Kalk auf 100 Liter erhitzt wird. Sobald der Inhalt der Pfanne den Siedpunkt erreicht hat, scheidet er sich in eine zusammenhängende, starke, graue Schaumdecke und in klaren Saft, welch letzterer schon nach einigen Minuten abgezogen werden kann. Der im Kessel verbleibende Schaum bildet eine schlammige Masse, den sogenannten Scheideschlamm, und hält eine bedeutende Menge Zuckersaft zurück. Zu dessen Gewinnung wurde früher der Schlamm durch Handarbeit in Säcke gefüllt und ausgepreßt, allein von dem darin vorhandenen ätzenden Kalk wurden nicht nur die Preßbeutel, sondern auch die Kleider und Hände der Arbeiter zerfressen, sodaß letztere diese Arbeit verweigerten. Die Einführung einer bessern Methode wurde daher als eine allseitige Wohlthat begrüßt.

Die Entsaftung des Scheideschlammes geschieht jetzt allgemein durch die Filterpresse (Fig. 11). Derselben ist die Einrichtung von Pressen zu Grunde gelegt, die in England schon lange in der Porzellanfabrikation zum Auspressen des Wassers aus der feingeschlemmten Porzellanerdemasse in Anwendung kommen. Auf einer horizontalen Barre T sind vermittels der Handhaben g g eine Anzahl von eisernen Preßplatten s d, s d, eingehängt; der bewegliche Holm h läß, sich durch Anziehen der Schraubenmuttern m m, was mit dem Hebel F geschieht, auf der Barre T gegen den festen Holm h' schieben, wodurch die Preßplatten aneinandergedrückt werden. Jede Preßplatte hat eine etwa 2 Centimeter starke Vertiefung und ist der Länge nach cannelirt. Es entstehen auf diese Weise zwischen den Platten schmale, auf der hohen Kante stehende

Preßkammern, welche ringsum mit sehr feinmaschigem Messingdrahtsieb und darübergeschlagenem Tuch bekleidet sind. Auf unserer Abbildung sind einige Preßplatten herausgenommen, sodaß die mit Drahtsieb verkleidete vertiefte Wand i'' der Platte d' sichtbar ist. h ist ein hohler, vierkantiger Kanal, und eben in die Höhe gehoben, um zu zeigen, daß er unten die Oeffnungen 1, 2, 3, 4 .... hat, welche ebenso viel Oeffnungen entsprechen, die zu den Preßkammern führen, v v ... sind Ventile, durch welche diese Oeffnungen geschlossen werden können. Denken wir uns den Kanal h herabgelassen, durch die Schraube b fest angedrückt und bei geöffneten Ventilen v ... in Verbindung gesetzt mit einem höher gelegenen Behälter, der mit Scheideschlamm gefüllt ist, so wird letzterer in die Preßkammern treten. Werden nunmehr die Ventile v v geschlossen und der Hebel F in Thätigkeit gesetzt, so rücken die Preßplatten zusammen, der Scheideschlamm wird ausgedrückt und entläßt seinen Saft in die Sammelrinne S. Es ist ferner die Einrichtung getroffen, daß durch ein Zuleitungsrohr x Dampf in alle Preßkammern einströmen kann, welcher den in dem Schlammkuchen und in dem Preßzeuge noch vorhandenen Zuckersaft austreibt und der Sammelrinne zuführt. Es wird auf diese Weise ein sehr vollständiges Aussüßen des Schlamms erzielt.

Der Einfluß, welchen die Scheidung auf den Saft ausgeübt hat, ist ein sehr wesentlicher. Erstlich wird durch die Siedehitze ein großer Theil eiweißartiger Stoffe als Schaum abgeschieden, während durch den Kalkzusatz andere stickstoffhaltige Bestandtheile unter Entwickelung von Ammoniak zersetzt werden. Die vorhandenen freien Säuren werden abgestumpft und die Salze zersetzt, sodaß freies Kali und Natron im Saft enthalten sind. Gleichzeitig entsteht jedoch eine Verbindung von Kalk mit Zucker, sogenannter Zuckerkalk, die in Wasser löslich ist. Dieser Zucker würde der Gewinnung entgehen, ohne die Vornahme der Entkalkung des Saftes, welche durch Einleitung von Kohlensäure in denselben bewirkt und Saturation genannt wird; der Kalk fällt als ein Schlamm nieder, der mit dem Scheideschlamm der Filterpresse unterworfen wird.

Während der Rübensaft vor der Läuterung trübe, röthlich oder schwärzlich und schwach sauer war, erscheint er nach derselben vollkommen klar (blank), hellgelb, alkalisch und von stark ammoniakalischem Geruch.

5) Die Filtration des Saftes durch Knochenkohle und das Verdampfen des Saftes.

Der natürliche Wassergehalt des Rübensaftes wird noch vermehrt durch den Wasserzusatz, den derselbe bei verschiedenen Operationen, wie beim Aussüßen des Rübenbreis, des Scheideschlamms u. a. m. erfährt. Zur Gewinnung des Zuckers aus dem Saft müssen $^{10}/_{11}$ seines Gewichts Wasser oder 16000 Liter auf 1000 Liter verdampft werden. Man unterscheidet hierbei zwei Perioden, nämlich das Verdampfen des sogenannten Dünnsaftes bis zur Concentration von 25° B., von welchem Punkt an der Saft Dicksaft heißt und durch das nunmehr eintretende Verkochen zur Krystallisation gebracht wird.

Ungeachtet der Reinigung, welche der Saft durch die Scheidung und Saturation erfahren hat, enthält derselbe immer noch fremde Stoffe, die insbesondere bei zunehmender Concentration desselben zersetzend auf den Zucker einwirken. Außer färbendem Stoff ist es die Gegenwart von Kali, Natron, sowie von Kalk, welche sich nachtheilig erweisen und auf chemischem Wege nicht entfernt werden können.

Glücklicherweise hat man in der Knochenkohle ein Mittel entdeckt, eine weitere Reinigung des Saftes zu bewirken, indem dieselbe die wunderbare Eigenschaft besitzt, sowol Farbestoffe als auch Salze aufzunehmen und festzuhalten. Zu diesem Zweck wird der Saft zweimal durch Kohle filtrirt, das erste mal entweder sogleich nach der Saturation oder nachdem derselbe etwas verdampft ist; es ist dies die Filtration des Dünnsaftes. Die zweite oder die Filtration des Dicksaftes geschieht unmittelbar vor dem Verkochen statt, wenn der Saft eine Concentration von 22 — 25° B. erreicht hat.

Allgemein in Verwendung ist das Dumont'sche Kohlenfilter (Fig. 7), im Durchschnitt, ein aufrechtstehender Cylinder von Eisenblech, der 50 Centimeter Durchmesser und 3 bis 4 Meter Höhe hat. Mannlöcher m und m' dienen zum Ein- und Ausbringen frischer und abgenutzter Kohle; der Siebboden wird mit einem Seihtuch belegt und dann die Kohle gepulverte Kohle aufgetragen. In das Leitungsrohr münden nicht weniger als vier Hähne, um nach Belieben Dampf durch C, oder Wasser durch d, Dünnsaft durch e oder Dicksaft durch f, aus oberhalb befindlichen Behältern einlassen zu können. Der vom Filter aus austretende Saft steigt in dem Rohre a aufwärts und fließt bei geöffnetem Hahn h in den Trichter T, der auf die Leitrohre O oder O' gesteckt wird, je nachdem Dünnsaft oder Dicksaft resultirt.

Der aus dem Filter hervorgehende, möglichst gereinigte Dicksaft heißt nunmehr Klärsel, und wird Krystallisation verkocht.

Die ausgezeichnete Wirkung, welche die Kohle in der Reinigung des Saftes ausübt, nimmt jedoch in dem Maße, als auf ihrer Oberfläche die dem Saft entzogenen Stoffe sich absetzen, welche einestheils aus Farbestoffhaltigen organischen Stoffen, insbesondere Farbestoffen, anderntheils aus Kalk bestehen. Letzterer wird von der Kohle so kräftig angezogen, daß manche Fabriken die Entkalkung durch Kohlensäure ganz unterlassen. Es tritt endlich ein Zeitpunkt ein, in welchem die Kohle ihre Wirksamkeit völlig eingebüßt hat und aus dem Filter entfernt werden muß. Bei dem starken Verbrauch an Kohle, der sich in der Fabrik Waghäusel jährlich auf circa 20000 Ctr. beläuft, ist es daher von großer Wichtigkeit, daß man Mittel und Wege gefunden hat, zur Wiederbelebung der Kohle, d. h. zu einem Verfahren, wodurch sie ihre nützlichen Eigenschaften nahezu vollständig wiedererlangt. Zu diesem Behufe wird die gebrauchte Kohle zuerst mit Salzsäure behandelt, wodurch ihr der aufgenommene Kalk entzogen wird; hierauf überläßt man die Kohle der sogenannten Gährung, d. h. der Fäulniß, wodurch die organischen Stoffe in Zersetzung übergehen. Der letztgenannte Proceß kann mit Zeitgewinn ersetzt werden durch Behandlung der Kohle mit Natronlauge. Es folgt hierauf ein sorgfältiges Waschen der Kohle, worauf sie getrocknet und geglüht wird.

Letzteres geschieht in dem Röhren-Glühofen (Taf. 8, Fig. 11), den wir im Durchschnitt vor uns haben; 30 bis 40 gußeiserne Röhren sind in zwei Reihen c, c, c hintereinander in einem Ofen auf einem sogenannten Etagenrost aufgestellt. Durch eine schiefe Wand v ist der Raum, in dem der untere Theil der Cylinder sich befindet, in die Abtheilungen p und q geschieden. Durch o tritt kalte Luft ein, fließt an die Endstücke der Cylinder und streicht dann nach dem Feuerraum C unter den Rost. Die abziehende warme Luft dient zum Trocknen der auf der horizontalen Platte über den Bogen ausgebreiteten gewöhnlichen Kohle. Die Cylinder werden mit Kohle beschickt, hierauf nachdem sie hinlänglich geglüht ist, durch das Oeffnen unten angebrachter Schieber entleert wird, worauf dieselbe von oben nachrutscht und Platz zu neuer Füllung entsteht.

6) Das Verkochen des Klärsels zur Krystallisation. In dem Vorhergehenden haben wir sehen, daß der Saft nach der Scheidung durch Einchen eine fortwährende Concentration erfährt. Es rde hierbei unbeachtet gelassen, auf welche Weise das nkochen geschieht, obgleich dies von höchster Bedeutung r die Ausbeute an Zucker ist. Bemerken wir zuchst, daß letzterer beim Erhitzen an der Luft fortthrend eine Veränderung erleidet, was sich durch die nehmend dunkler werdende Färbung zu erkennen gibt. s beruht dies darauf, daß ein Theil des Zuckers sich braungefärbten Schleimzucker verwandelt, der unstallisirbar ist und daher für den Zweck der Darllung verkäuflicher Waare verloren geht. Eine Verrderung dieses Verlustes läßt sich nur herbeiführen durch, daß alle Kocharbeit möglichst abgekürzt, sowie ß sie bei Abschluß der atmosphärischen Luft und bei glichst niederer Temperatur ausgeführt wird.

Diesen Anforderungen entspricht in vorzüglichster eise die Vacuumpfanne (Taf. 9, Fig. 8), bei cher alle Hülfsmittel der vorangeschrittenen Physik d Mechanik in Anwendung kommen. Vacuum nnt der Physiker einen luftleeren Raum, und wir den uns daher die Vacuumpfanne V als einen ngsum abgeschlossenen, nahezu luftleeren Kessel vorstellen, wie unsere durchschnittliche Abbildung denhen in vollster Thätigkeit zeigt. Das Verständniß rselben setzt voraus, daß man sich eine ganze Reihe ttwirkender Vorrichtungen, wie Dampfmaschine, Pumen, Behälter verschiedener Art u. a. m., hinzuzuenken hat.

Die Erhitzung des in der Pfanne befindlichen Zuckerstes geschieht einestheils durch das in demselben bedliche vielfach gewundene Schlangenrohr s, dem rch d Dampf zugeleitet wird, anderntheils durch den dem Doppelboden b befindlichen Dampf, den das ohr d 2 liefert; s' und b' führen das in der Schlange d dem Doppelboden condensirte Wasser hinweg. Der s dem erhitzten Zuckersaft sich erhebende Dampf tritt den cylindrischen Aufsatz D, Dom genannt, der das bersteigen des Saftes vermeiden soll, und gelangt rch das Rohr R in den Uebersteiger H und in den ondensator C, wo er verdichtet wird. Auf diese eise wird mit dem Dampf auch die anfänglich in t Vacuumpfanne befindliche Luft aus derselben entnt, sodaß ein inwendig angebrachtes Barometer m ir 5 — 10 Centimeter Druck anzeigt, gegen 76 entimeter Luftdruck außerhalb. Der Siedepunkt des lärsels, der durch das eingelassene Thermometer t obachtet wird, liegt dann nur zwischen 50 bis 60° R., ährend es unter dem atmosphärischen Druck erst bei 5° R. siedet. Der Probestecher p dient, um Proben s kochenden Inhalts herausnehmen zu können, ohne ß Luft einzudringen vermag; durch das Fenster u st sich der Gang des Kochens im Vacuum beobachten, s durch ein Licht an dem zweiten Fenster U' erchtet wird. Durch den Fetthahn g kann Luft ngelassen werden, sowie auch Fett, um das Ueberigen der kochenden Masse zu verhindern. Sobald ztere hinlänglich eingedampft ist, wird sie durch iederdrücken des Kegels c vermittels des Hebels h ttleert und fließt dann durch den Trichter T dafür bestimmte Behälter. Zum Nachfüllen des acuums genügt es, den Saughahn z^0 zu öffnen, um rch den äußern Ueberdruck in den Saugrohren z^1, z^2, z^4, je nach Bedarf Dünnsaft, Dicksaft oder asser aufsteigen und durch das Rohr z eintreten zu ssen.

Wenn bei stürmischem Kochen die Masse in dem ohr n aufsteigt, so wird sie von der Fangklappe f im Dom zurückgehalten und fließt durch die Oeffnungen k k wieder in das Vacuum zurück. Nichtsdestoweniger ist der Fall vorgesehen, daß Flüssigkeit selbst in den Ueberfteiger H treten kann, wo sie dann durch den Hahn q abgelassen wird; die Standrohre i i zeigen beiderseits an, wie es im Innern dieser Vorrichtungen beschaffen ist. Die abziehenden Dämpfe treten in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung in den Condensator C, vertheilen und verdichten sich daselbst in einem System von Röhren r r, die mit kaltem Wasser, von w herkommend, umgeben sind. Das hierdurch warm gewordene Wasser kann durch den Hahn e abgelassen werden.

Das Einkochen des Klärsels im Vacuum wird fortgesetzt, bis dasselbe so concentrirt ist, daß nach dem Entleeren beim Erkalten aus der vollkommen klaren oder blanken Masse das Auskrystallisiren des Zuckers eintritt. Man nennt dies das Blankkochen und erkennt die Erreichung dieses Zeitpunktes an der Fadenprobe, die darin besteht, daß eine herausgeholte Probe, zwischen Zeigefinger und Daumen auseinandergezogen, steife, abbrechende Fäden bildet. Das Kochen kann jedoch noch weiter fortgesetzt werden und es findet alsdann die Ausscheidung von Zuckerkrystallen bereits in dem Apparate selbst schon statt, was man das Kochen auf Korn nennt.

7) Die Arbeit auf Rohzucker und Brotzucker. So wie dem Producenten des indischen Zuckers locale Verhältnisse und Zustände es vortheilhafter erscheinen lassen, sich auf die Darstellung von Rohzucker zu beschränken und das Reinigen desselben den Raffinerien zu überlassen, so ist dies auch bei manchen Rübenzuckerfabrikanten der Fall. Ihre Aufgabe ist es daher, einen krümelig krystallinischen, mehr oder weniger bräunlich gefärbten Rohzucker zu erzeugen. Zu diesem Zweck wird der blank oder auf Korn verkochte Zuckersaft, die sogenannte Füllmasse, in die Krystallisationskasten von Eisenblech (Fig. 9) ausgeschöpft, die lackirt sind und etwa 240 Pfd. Füllmasse aufzunehmen vermögen. Die Abflußröhren oder Tillen dieser Kasten sind verstopft, und letztere werden in der Füllstube bei 25 — 30° R. aufgestellt, worauf die Krystallisation beginnt. Nach 6 — 12 Stunden wird der Stöpsel gezogen, wobei die nicht krystallisirte Masse als sogenannter Syrup abfließt; um dessen völliges Abfließen zu bewirken, wird von Zeit zu Zeit mit einem zugespitzten eisernen Dorn in die Tille eingestochen. Nach acht Tagen ist diese Operation vollendet und der fertige Rohzucker wird ausgestochen und ausgeschüttet, wobei man den an der Tille befindlichen syruphaltigen Theil absondert. Er heißt: erstes Product, zum Unterschied von dem zweiten, dritten und vierten Product, welche weniger rein sind und bei längerm Stehen aus dem abgelaufenen Syrup noch auskrystallisiren. Zur Gewinnung des vierten Productes wird der Syrup in Behältern von Eisentafeln, die 300 Ctr. aufnehmen, bis zur Dauer eines Jahres der Krystallisation überlassen. Diese Nachproducte werden meist zur Anreicherung der Füllmassen in das Vacuum zurückgebracht, was man das Einwerfen nennt. Manche Fabriken arbeiten nur auf erstes und zweites Product, und ziehen es vor, die ablaufenden Syrupe auf die Erzeugung von Spiritus zu verwenden.

Anstatt, wie angeführt, die Trennung des Syrups von den Krystallen durch langsames Ablaufenlassen zu bewerkstelligen, geschieht dies jetzt auch häufig vermittels der Centrifuge, durch Ausschleudern. Die Maschine ist der früher beschriebenen ganz ähnlich, nur kleiner. Die eingegebene Füllmasse wird mit einem

kleinen Zusatz von Wasser in einem sogenannten Maischtrog zu einem gleichförmigen Brei verarbeitet und hierdurch die Abscheidung des Syrups so vollständig ermöglicht, daß der aus der Centrifuge kommende Zucker, nachdem er etwas abgetrocknet hat, sofort verkäufliche Waare ist.

Die Brotarbeit, treffender als Melisarbeit bezeichnet, denn ihre Aufgabe ist die Erzeugung von Zucker in Gestalt der im Gebrauch gewöhnlichen Zuckerhüte von weißem Melis, besteht darin, daß die Füllmasse in ladirte Zuckerhutformen von Eisenblech gebracht wird, deren in der Spitze befindliche Oeffnung verstopft ist. Durch öfteres Umrühren, Stirren, bewirkt man eine möglichst gleichförmige Krystallisation, und nachdem diese eingetreten, läßt man den Syrup ablaufen. Ein Theil desselben bleibt jedoch den Krystallen anhängen und wird durch das sogenannte Decken entfernt, indem man auf den breiten Theil des Zuckerhuts eine concentrirte Lösung von reinem Zucker, Decksyrup oder Deckfel, aufgießt, der den braungefärbten Syrup verdrängt. Auch wird letzterer durch Aussaugen auf den sogenannten Nutschapparaten entfernt, indem die Spitzen der Formen luftdicht in die Oeffnungen eines Röhrensystems eingesetzt werden, das mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Sobald durch letztere die Luft innerhalb verdünnt wird, drückt die Atmosphäre mit Gewalt den Syrup durch die Form und aus der Oeffnung der Spitze heraus.

Die aus den Formen genommenen Brote werden in einer auf 40° R. geheizten Stube getrocknet und hierauf ihre immerhin noch gelblich gefärbten Spitzen auf einer Drehbank zu einer neuen Spitze abgedreht, worauf dieselben als Handelswaare zum Verpacken kommen.

Raffinade heißt ein vorzüglicher reiner Melis, der aus den besten Rohzuckern dargestellt wird, indem man dieselben in heißem Wasser auflöst, durch Zusatz von Knochenkohle und von Blut oder Eiweiß entfärbt und klärt. Die vollkommen klare und farblose Flüssigkeit wird alsdann in der oben beschriebenen Masse verkocht und gefüllt.

Der Candiszucker besteht bekanntlich aus großen Krystallen, die zur ihrer Bildung längere Zeit erfordern als die kleinen Kryställchen des Rohzuckers und Melis. Zu seiner Darstellung wird ein möglichst blankes Klärsel bis zur schwachen Fadenprobe verkocht und als Füllmasse in die Candispotten gebracht, runde, nach unten etwas sich verengende Gefäße von Kupfer- oder Eisenblech, in welchen inwendig quer Fäden gespannt sind. Sie werden in der sogenannten Stove, einem auf 40 — 50° R. geheizten Raume 8 — 10 Tage ruhig stehen gelassen, worauf man den nicht krystallisirten Syrup von dem gebildeten Candis ablaufen läßt.

Die Melasse bildet den dunkeln Hintergrund der Rübenzuckerfabrikation und den Gegenstand der nagenden Sorge des Fabrikanten. Während der von den indischen Rohzuckern abfallende Syrup einen reinen Geschmack hat und als Versüßungsmittel verwendbar ist, bietet die Rübenmelasse eine dickflüssige, schwarzgrüne Masse von widrigem Geruch und ekelhaft salzigem Geschmack dar und erweist sich als völlig ungenießbar. Da 100 Pfd. Rüben etwa 2,5 Pfd. Melasse liefern, und diese noch ungefähr 50 Proc. krystallisirbaren Zucker enthält, so läßt sich leicht der Verlust ermessen, der aus diesem Abgang entsteht. Die Verlegenheit war für den Fabrikanten um so größer, als sich kaum eine Verwendung fand für dieses mißfällige Nebenproduct. Sein schon am Geschmack erkennbarer Gehalt an Kali- und Natronsalzen macht dasselbe nur [illegible] Beschränkung als Zusatz zum Viehfutter verwend[illegible] deren Ueberschreitung Diarrhöen veranlaßt. [illegible] lasse wird daher hauptsächlich auf die Darstellung [illegible] Spiritus verarbeitet, der jedoch einen schlechten [illegible] und Geschmack hat und nur für technische Zwecke [illegible] nutzbar ist.

Es fehlt jedoch keineswegs an Versuchen, [illegible] Melasse noch einen Theil ihres Zuckers zu [illegible] und man hat in neuerer Zeit hierzu die Dialy[illegible] Hülfe genommen. Dieselbe beruht darauf, daß [illegible] von verschiedenen Stoffen und ungleicher Stärke [illegible] durch ein Membran voneinander getrennt sind [illegible] Bestreben haben, die Scheidewand gegenseitig zu [illegible] dringen und dies so lange fortzusetzen, bis [illegible] ein Zustand des Gleichgewichts hergestellt ist. [illegible] kann zu dialytischen Versuchen sowol thierische [illegible] pflanzliche Häute verwenden, wie z. B. [illegible] Pergamentpapier. Die Erfahrung lehrte [illegible] krystallisirbare Stoffe, sogenannte Krystalloide [illegible] die Salze und der Zucker gehören, viel schneller [illegible] die Membran hindurchgehen als die unkrystallisirbaren oder Colloïde, von welchen die Eiweißstoffe, [illegible] Gummi und die schleimigen Stoffe bestehen. [illegible] Fig. 12 zeigt einen kleinen Apparat zu [illegible] Versuchen, einen Dialysator. Er besteht [illegible] einem kleinen Reifen von Guttapercha, welcher [illegible] der einen Seite mit Pergamentpapier [illegible] ist. Man stellt den Dialysator auf Wasser, [illegible] in einem weitern Gefäß befindet, und bringt [illegible] selben die zu dialysirende Flüssigkeit, z. B. [illegible] Da zeigt es sich, daß vor allem die Salze [illegible] welche durch die Scheidewand in das Wasser [illegible] sodaß im Dialysator eine Melasse verbleibt, [illegible] ärmer und zuckerreicher ist als vorher. Man [illegible] auf ein Verfahren zum Entsalzen der Melasse [illegible] gründet, das jedoch bisjetzt ebenso wenig befriedigende Resultate ergeben hat, als die Bemühungen, [illegible] Zucker der Melasse an Kalk gebunden durch [illegible] niederzuschlagen und durch Kohlensäure [illegible] scheiden.

Es war uns nicht gestattet, in dem Vorstehenden mehr als eine flüchtige Skizze der Zuckerfabrikation zu geben, die nur die wichtigsten Momente berührren konnte. Dieselbe genügt jedoch, um zu zeigen, welchen hervorragenden Antheil [illegible] an allen Vorgängen dieser bedeutenden Fabrikation und wie sehr ihre Besprechung hier am rechten [illegible]

5. Die Brotbereitung

Der allgemeine Sprachgebr[illegible] zahlreiche sprichwörtliche R[illegible] Brot als das Nahrungs[illegible] haupt, das so hervorragt [illegible] es genügt, es statt alle[illegible] der That verdient das [illegible] vereinigt in seiner [illegible] haftigkeit und Ha[illegible] machen, ausschl[illegible] unterhalten, [illegible] thun im [illegible] den Best[illegible] zur B[illegible] aus [illegible] K[illegible]

ser Teig sofort gebacken, so liefert er keineswegs ot, sondern eine harte, dichte Masse, geschmacklos, e die Osterkuchen (Mazzen) der Juden und der hiffszwiebad. Der Teig muß zu diesem Zweck in Form flacher Kuchen gebracht werden, wie deren Schottland, im nördlichen Indien, von den Noden Afrikas u. a. m. angefertigt und meist auf ißen Steinen gebacken werden. Diesen Kuchen ist Nahrhaftigkeit nicht abzusprechen, auch besitzen sie n Vorzug großer Haltbarkeit. Allein sie sind schwer verdauen, und ihr Mangel an Wohlgeschmad läßt m Juden den Eintritt des Passahfestes, das ihn ochenlang zum Genuß der Mazzen verurtheilt, cht als ein Freudenfest, sondern als ein Gedächtniß r Tage schwerer Bedrängniß und Entbehrung begehen. Das gute Brot, dessen als täglicher Nahrung auch r verwöhnteste Gaumen nicht überdrüßig wird, ichnet sich aus durch feine lockere Beschaffenheit. er innere Theil, die Krumme, besteht aus einer astischen zelligen, blasigen Masse, die um so besser rathen ist, je gleichförmiger sie erscheint, ohne größere wischenräume und ohne dichte, feste Partien, sogenannten Wasserrand, und ohne eingestreute Mehlümpchen. Der äußere Theil des Brotes, die Kruste, t hart, glänzend, gelb bis dunkelbraun gefärbt und on dem eigenthümlichen angenehmen Röstgeschmack. zu übrigen gibt es Brotsorten von erheblichem Unterschied, wie insbesondere das Weißbrot, das aus Weizenmehl, und das Schwarzbrot, das aus Roggen bereitet wird, zwischen welchen das aus beiden Getreidearten gemischte Brot steht. Es unterscheidet sich erner das Hefenbrot durch weniger ausgesprochenen Geschmack von dem säuerlich schmeckenden, mit Sauerteig erzeugten Brot.

Ueberall wo wir in geschichtlichen Ueberlieferungen dem Brote begegnen, weist dieses auf das Vorhandensein eines Culturvolks hin, sei es, daß in Ruinen und Schutt begraben Backvorrichtungen sich erhalten haben, oder daß, wie in der Heiligen Schrift, zahlreiche Ausführungen des Brotes seine Bedeutung hervorheben. Solange ein Volk nicht zum Brotbacken zu bringen ist, solange verbleibt es der Cultur unzugänglich. Denn nicht nur setzt der Gebrauch des Brotes den Ackerbau voraus, sondern es kann auch der langsame Gang seiner Bereitung und die Errichtung des in Mauerwerk auszuführenden Backofens nicht ohne ein seßhaftes Volk gedacht werden.

Unterwerfen wir die Hauptvorzüge des Brotes, seine Verdaulichkeit und Lockerheit, der nähern Betrachtung, so ergibt sich, daß bei seiner Bereitung die Bestandtheile des verwendeten Mehles keine wesentliche chemische Veränderung erleiden. Wird Stärke, welche den Hauptbestandtheil des Mehles ausmacht, mit Wasser gekocht, so quillt sie auf und bildet den sogenannten Kleister. Während sie vorher unlöslich war, ist sie nunmehr theilweise löslich. Daher kommt es, daß eine Mehlsuppe, zu der Mehl mit Wasser gekocht worden ist, als Speise den Vorzug verdient vor blos mit Wasser angerührtem Mehl. Bei ersterer ist durch die Einwirkung der Hitze die Stärke in den leicht löslichen Zustand übergeführt worden. Aehnlich verhält es sich beim Brotbacken. Im Innern des Brotes steigt die Hitze nicht über den Siedepunkt des Wassers und bewirkt eine entsprechende Umwandlung der Stärke. Weiter gehend ist die Veränderung an der Außenseite des Brotes, bei der Kruste, wo durch die stärkere Hitze die Stärke theilweise in Gummi übergeführt wird, theilweise jene eigenthümlichen Röstproducte gebildet werden, die sich auszeichnen durch ihre bräunliche Färbung und den ansprechenden Geruch und Geschmack. Bekanntlich treten auch beim Braten des Fleisches ähnliche Erscheinungen auf, die den Wohlgeschmack desselben wesentlich erhöhen, allein in beiden Fällen ist uns die chemische Natur der dabei gebildeten Stoffe wenig bekannt.

Die Lockerheit des Brotes, welche mit beiträgt zur Leichtverdaulichkeit desselben, wird herbeigeführt durch eine in der Masse des Teiges bewerkstelligte Entwickelung von Kohlensäure. Indem die Zähigkeit des Teiges die Entweichung der Gasblasen hindert und die Wärme dieselben ausdehnt, findet ein allgemeines Aufblähen des Teiges statt, was eine Erhebung desselben, das sogenannte Gehen, zur Folge hat. Nachzuweisen ist nun, wie eine solche Kohlensäure-Entwickelung zu Stande kommt. Hierbei hat man sich zu erinnern der nahen chemischen Beziehungen, in welchen Stärke, Zucker, Weingeist, Kohlensäure, Essigsäure und Milchsäure zueinander stehen, wie dies bei der Gärung (S. 30) bereits nachgewiesen wurde. Man hat sich ferner zu erinnern, wie sehr die in den Getrideförnern enthaltenen Eiweißstoffe geneigt sind, die Rolle eines Gärungerregers oder Ferments zu übernehmen.

In Hinsicht auf seine chemischen Bestandtheile weicht das Mehl von dem Getreide, aus dem es dargestellt worden ist, insofern ab, als durch das Mahlen die äußere Hülse des Fruchtkorns, die aus Zellstoff besteht, entfernt und dadurch das Mehl an diesem ärmer wird und dafür reicher an Stärke. Ein Theil der letztern ist übergegangen in Zucker und Gummi, sodaß die wichtigern Mehlsorten in Procenten die folgende Zusammensetzung darbieten:

	Weizenmehl	Roggenmehl	Gerstenmehl
Wasser. . .	15,5	14,6	14,0
Zellstoff . .	5,2	7,3	8,0
Eiweißstoffe und Pflanzenleim	5,4	4,4	4,9
Stärke . . .	63,6	64,2	53,1
Gummi . .	6,2	4,1	6,3
Zuder . . .	2,3	3,4	3,0

wozu noch kleine Mengen eines Fettkörpers, phosphorsaurer Kalk und Sand als Abgang vom Mühlstein kommen.

Ueberläßt man einen aus Wasser und Mehl angerührten Teig an einem warmen Orte sich selbst, so nimmt er einen eigenthümlichen, geistigen und sauern Geruch an und bildet den sogenannten Sauerteig. Unter dem Einfluß der als Ferment wirkenden Eiweißstoffe tritt hierbei eine Gärung des im Mehle vorhandenen Zuckers ein, wodurch Kohlensäure und Weingeist entstehen. Indem letzterer in Essigsäure und Milchsäure übergeht, wird der Teig sauer. Nimmt die also begonnene Zersetzung des Teiges ungestört ihren Fortgang, so stellt sich Fäulniß ein. Wird jedoch der Sauerteig rechtzeitig verwendet, indem er durch Kneten sorgfältig mit frischem Teige vermischt wird, so wirkt er in letzterm als Gärungsmittel und ruft in der ganzen Masse desselben eine rasche Zersetzung von Zucker in Kohlensäure und Weingeist hervor, was das oben angeführte Gehen des Teiges zur Folge hat. Ganz in derselben Weise wirkt Hefe, wenn sie frischem Teig eingeknetet wird, und es hängt von Gewohnheit und Liebhaberei ab, ob man sich der einen oder andern der genannten Fermente beim Brotbacken bedient.

Wir haben demnach dreierlei Material zur Brotbereitung, nämlich Mehl, Wasser und Gärungsmittel. Als Zusatz dienen Salz und an manchen Orten Gewürz, wie insbesondere Kümmel oder Fenchel.

Das Mehl vermag ungefähr zwei Drittel seines Gewichtes Wasser zu binden, um einen Teig von ge-

eigneter Dicke zu bilden; man rechnet ferner auf 100 Theile Mehl 4 Theile Sauerteig, oder bei Weißbrot 2 Theile Preßhefe. Das Anmachen des Teiges geschieht mit lauwarmem Wasser von 21 — 37° R.

In der Regel wird jedoch nicht jedesmal Sauerteig dem zu einem Backgang dienenden Mehle frisch zugesetzt, da es sich viel vortheilhafter erweist, einen Theil des richtig in Gärung versetzten, gegangenen Teiges zurückzubehalten und diesem frischen Teig zuzusetzen, was in Bäckereien mit raschem Betrieb bis zur Hälfte der Teigmasse geschieht. Da die Güte des Brotes hauptsächlich von einer möglichst gleichförmig in seiner ganzen Masse sich vollziehenden Gärung abhängt, so wird diese leichter bewirkt, wenn dem frischen Teig eine größere Masse bereits in Gärung begriffenen Teiges zugesetzt wird, als wenn derselbe mit nur wenig Sauerteig versuischt wird, dessen gleichmäßige Vertheilung eine sehr sorgfältige und mühsame Knetarbeit erfordert.

Hat der Teig die erforderliche Beschaffenheit erreicht, so wird er ausgewirkt, d. h. in die Form von Broten oder Laiben gebracht. Unmittelbar vor dem Einschieben in den Backofen werden dieselben mit lauem Wasser bestrichen, welches aus dem Teig etwas Gummi auflöst, wodurch die Kruste beim Backen einen schönen Glanz erhält. Da die Brote während des Backens durch Wasserverdunstung beträchtlich an ihrem Gewicht verlieren, das Gewicht des verkäuflichen Brotes aber behördlich vorgeschrieben ist, so muß bei dessen Auswirkung entsprechend mehr Teig genommen werden, und zwar um so mehr, je kleiner das Brot ist.

Die durchschnittliche Temperatur des Backofens ist 200° R.; dieselbe reicht hin, um die Stärke in den leicht löslichen Zustand überzuführen und die Kruste des Brotes zu bilden; sie dehnt ferner die im Innern der Teigmasse gebildete Kohlensäure aus. Die zähe Beschaffenheit derselben, herrührend von dem Gehalt des Mehls an Pflanzenleim, hindert jedoch das Entweichen der Gasblasen, die daher den Teig aufblähen. Die zahlreichen Poren des Brotes stellen die von der Kohlensäure aufgetriebenen Zellräume dar. Der gleichzeitig gebildete Weingeist wird durch die Hitze verflüchtigt und geht verloren. Bei der ungeheuern Menge des täglich erzeugten Brotes ist dieser Verlust an Weingeist sehr bedeutend, bei den einzelnen Backöfen jedoch zu gering, als daß dessen Gewinnung der Mühe lohnte.

In Jahren des Mangels und der Theuerung ist die Frage nach Ersatzmitteln des Mehls zur Brotbereitung entstanden. Stoffe ohne Nahrungswerth, wie Sägemehl, die zur Vermehrung der Masse zugesetzt werden, sind als Ersatzmittel nicht zu betrachten. Dagegen verträgt das Brot eine Zuthat von Erbsenmehl und Kartoffelmehl in gewisser Grenze, ohne Minderung seines Werthes. Die Vortheilhaftigkeit dieses Verfahrens wird jedoch bedingt durch den Preis dieser Zusätze, der in der Regel in gleichem Verhältniß steigt wie die Fruchtpreise, und es sich dann mehr empfiehlt, diese Nahrungsmittel für sich zu genießen.

Da während der Brotgärung stets ein Theil der Mehlbestandtheile in Kohlensäure und Weingeist übergeführt und somit für die Ernährung verloren werden, so suchte man nach Mitteln, diesen Verlust zu vermindern. Ein solches besteht darin, daß man dem Teige doppeltkohlensaures Natron und verdünnte Salzsäure beimengt; es bildet sich hierbei Kochsalz, das dem Brote verbleibt, während die frei werdende Kohlensäure den Teig lockert. Auch sucht man denselben Zweck zu erreichen, indem man dem Teige sogenanntes Backpulver zusetzt, das einerseits aus doppeltkohlensaurem Natron und andererseits aus saurem phosphorsaurem Kalk oder Weinsäure besteht. Der Zusatz des phosphorsauren Kalks soll Ersatz bieten für den Abgang dieses Bestandtheils des Getreidekorns, der hauptsächlich in Hülse desselben enthalten ist und beim Mahlen mit der Kleie entfernt wird.

Die letztgenannten Methoden bieten den Vorteil, daß sie die Vornahme der Backarbeit jederzeit gestatten, indem nicht erst der länger dauernde Gärungsprozeß abgewartet werden muß; es kann insbesondere die Anwendung die lästige Nachtarbeit in der Bäckerei Wegfall kommen. Andererseits sollen die Kosten der Anschaffung des erforderlichen Materials nicht größer werden durch einen entsprechenden Mehrverbrauch an Brotgewicht. Da ferner bei diesem Verfahren die Entwickelung der Kohlensäure eine plötzliche ist, so sie nicht wohl so gleichförmig durch die ganze Teigmasse vertheilt auftreten, wie dies bei Anwendung des Sauerteigmittel der Fall ist, und daher fällt das sich ergebende Brot weniger locker aus. Am meisten wird die Anwendung von Backpulver empfohlen für Feldbäckereien.

Gehen wir nun über zur Ausführung der Backarbeit selbst, so überzeugt uns die Betrachtung des Backofens, daß in der Bäckerei, ähnlich wie im Bauwesen, jahrhundertelang nicht der mindeste Fortschritt stattgefunden hat, ja es zeigt der in dem Wohnhaus von Pompeji ausgegrabene Backofen eine kleinste dieselbe Construction, die man noch jetzt in Backöfen auf dem Lande findet. Ein solcher primitiver Backofen besteht aus einem runden oder ovalen Herde, überspannt von einem niedern Gewölbe, das im Stande ist, die Hitze gut zu reflectiren. Derselbe ist aus Backstein und Lehm aufgemauert und nach hinten etwas ansteigende Sohle des Herdes mit Ziegelsteinen belegt oder aus Lehm gebildet. An seiner vordern Seite befindet sich das sogenannte Mundloch, welches sowol zum Anlegen des Materials als auch später zum Einschießen des Brotes dient. Beim Heizen bleibt das Mundloch offen, es tritt alsdann durch seinen untern Theil die vorderliche Luft ein, während aus dem obern die Verbrennungsproducte sammt dem Rauch austreten und durch einen oberhalb angebrachten Rauchfang entweichen.

Zum Heizen des Backofens wendet man lufttrocknes trocknes Holz an, wozu Kiefernholz vorzugsweise sich eignet, und daß der Ofen die gehörige Temperatur erreicht hat, erkennt der Bäcker daran, daß beim Reiben der Sohle des Herdes mit einem Stück Holz Funken sich zeigen. Dieselbe beträgt 200 — 225° R. Das Holz ist zu Kohlen verbrannt, welche rasch aus dem Ofen gezogen und in einer vor demselben befindlichen Vertiefung durch Wasser mit Asche gelöscht werden. Man beeilt sich, die Sohle des Ofens vermittels eines nassen Wischers zu reinigen, und beginnt sogleich mit dem Einschieben des zu backenden Brotes, worauf das Mundloch durch eine eiserne Thüre verschlossen wird. Zwei an den Seiten derselben befindliche kleine Oeffnungen gestatten durch Einschiebung brennender Späne die Beleuchtung des Ofens während dieser Arbeit.

Bei der beschriebenen Einrichtung entweicht Dampf und Rauch durch das Mundloch und werden [illegible]. Es ist daher ein erheblicher Fortschritt, [illegible] Mundloch c (Taf. 10, Fig. 6) des Backofens [illegible] Heizen und Einschieben dient, während die Feuerungsgase durch einen Kanal e e vom hinter der Sohle in das Kamin y abziehen. Durch Schieber u kann die Oeffnung des Abzugskanals somit der Zug regulirt werden. Die [illegible]

Kohlen werden zur Ablöschung in den Raum m unter
em Backofen gebracht. Die Vertiefung x vor dem-
selben erleichtert den Stand des Arbeiters. Der über
em Backofen befindliche Raum z dient als Backstube
nd empfängt von diesem die abgehende Wärme, welche
ie Ausbildung des Teiges begünstigt.

Beim Herausnehmen des Gebäcks kühlen Backöfen
er beschriebenen Art sich ab und müssen für weitern
Gebrauch wieder geheizt und gereinigt werden. Diese
störenden Unterbrechungen fallen hinweg bei dem
ontinuirlichen Backofen (Fig. 7 und 8) wo
Sohle und Gewölbe von außen durch eine Circulation
er Feuerung geheizt werden. Das über den beiden
Feuerungen n n angezündete Feuer verbreitet die heiße
Luft unter dem Backraum a a, dessen Sohle auf den
Canten von Backsteinen ruht (Fig. 8), worauf sie,
urch b b über das Gewölbe hinstreichend, nach dem
Kamin entweicht. Auch hier wird die abgehende
Wärme benutzt, um die über dem Backofen befindliche
Backstube x zu erwärmen. Die getrennte Feuerung
dieses Backofens gestattet die Anwendung von Stein-
kohlen, welche auf der bloßen Sohle eines gewöhnlichen
Ofens nicht gut brennen.

6. Brotfabrikation.

Das charakteristische Merkmal einer Fabrikation sind
massenhafte Production, Theilung der Arbeit, Anwen-
dung der Maschine an Stelle der Handarbeit. Hier-
aus erklärt sich, daß eine fabrikmäßige Erzeugung von
Brot nur erst in neuerer Zeit und unter besondern
Umständen sich vortheilhaft erweisen konnte, wie an
Orten mit dicht gedrängter, starker Bevölkerung und
unter den günstigsten Transportverhältnissen, da der
Preis und die Haltbarkeit des Brotes eine längere
Reise nicht vertragen. Bei der Einfachheit des ganzen
Verfahrens ist eine Theilung der Arbeit nicht zu erwarten,
wohl aber ist es gelungen, die außerordentlich anstren-
gende Arbeit des Knetens der Maschine zu übertragen,
und es beruht hierin ein wesentlicher Fortschritt.

Von der großen Anzahl verschiedener Knet-
maschinen, die construirt worden sind, beschreiben
wir deren zwei, die sich in vorzüglicher Weise
bewährt haben. Die erste, welche den Teig zu dem
Commißbrot einer Militärbäckerei im größten Maßstabe
bearbeitet, ist auf Taf. 10, Fig. 4 abgebildet. Eine kreis-
runde, niedrige Trommel T aus starkem Eisenblech und von
ca 2 Meter Durchmesser dreht sich in der Richtung des
Pfeiles um die verticale Achse A, vermittels am Rande,
unterhalb ihres Bodens befindlicher Zähne, in welche ein
Getrad eingreift, beides in der Vertiefung v v an-
gebracht und daher auf der Zeichnung nicht sichtbar.
Ebendaselbst ruht auch die Achse von A in einem Zapfen-
lager. An ihrem untern Ende befindet sich ein Cy-
linder c, wodurch zwischen diesem und der Trommel
ein ringförmiger Knetraum gebildet wird, in welchen
sich Bedarf das Mehl von den im obern Stockwerk
befindlichen Magazinen durch einen sackähnlichen
Schlauch herabgelassen wird; durch zwei mit Hähnen
versehene Zuleitungsröhren kann das erforderliche
Salze und warme Wasser zugelassen werden. Außerdem
wird noch der Sauerteig zugegeben.

Die Knetarbeit wird bewirkt durch ein gabelförmiges
Schrwerk R von höchst einfacher Construction. Eine durch
Dampfkraft in Umdrehung versetzte Achse ist mit einem
Kerzstück verbunden, an dessen beiden Enden sich je ein
Arm dicht über den Boden der Trommel herabreichender
Arm a a befindet. Die Umdrehung geschieht in einem
der Trommel entgegengesetzten Sinne, und indem diese
Arme fortwährend Kreise beschreiben, mischen und
verarbeiten sie die durchpassirende Teigmasse auf das
vollkommenste. Die Trommel dreht sich in einer Mi-
nute siebenmal um ihre Achse, während die Rühr-
gabel in derselben Zeit 25 Umdrehungen macht, wo-
durch eine Teigmasse für 200 Brote zu 2 Kilo in-
nerhalb 15 Minuten hergestellt wird. Dieselbe bedarf
keiner weitern Behandlung, als daß davon die für
je ein Brot bestimmten Portionen abgewogen und mit
einigen Handgriffen in die geeignete Form gebracht
werden.

So gute Dienste diese Vorrichtung leistet für den
erwähnten Zweck, so bedürfen doch die feinern Brot-
sorten einer sorgfältigern Verarbeitung des Teiges, wie
dieselbe in der Knetmaschine Fig. 5 vor sich geht,
welche kleinere Dimensionen hat, sodaß in derselben
der Teig für 100 Brote zu 2 Kilo fertig gemacht
werden kann. Dieselbe besteht aus einem feststehenden
baldrunden Trog T von Eisenblech, durch dessen Wand
die horizontale Flügelachse A geht, an welcher die
eigenthümlich geschwungenen, 3 Centimeter breiten
Leisten L L befestigt sind und mit derselben das Rühr-
werk bilden. Dieses wird durch die Uebersetzung ver-
schiedener Zahnräder in zwölf Umdrehungen in der
Minute versetzt. Die von den Rührleisten dargestellten
Curven sind lediglich durch die Erfahrung gefunden.
Bei dem Wege, den sie beschreiben, kann kein Theil der
Teigmasse denselben entgehen. Nach 15 Minuten
ist dieselbe fertig und wird entleert. Zu diesem Zwecke
wird durch An- und Abziehen von Stellschrauben der
Trog drehbar um die nunmehr festgestellte Flügelachse
A gemacht; vermittels der Kurbel k wird ein Rad in
Umdrehung versetzt, das in eine Verzahnung am Rande
des Trogs eingreift und diesem die erforderliche Nei-
gung gibt, sodaß der Teig rasch in einen untergestellten
Eimer entleert werden kann.

Mit einer so raschen und massenhaften Anfertigung
von Teig muß eine entsprechend fördernde Backein-
richtung Hand in Hand gehen, und als eine solche
bewährt sich der Hochdruck-Wasserheizungs-Back-
ofen von Wieghorst, den uns Fig. 9 im Längs-
schnitt und Fig. 10 im Querschnitt zeigt. Der Back-
raum a a wird geheizt durch ein oberes System
eiserner Röhren r r und ein unteres r′ r′, deren je
nach Größe des Backofens 10 — 30 nebeneinander-
liegen. Dieselben besitzen eine Länge von 3,5 Meter,
bei einem Durchmesser von 6 Centimeter und etwa
0,5 Centimeter Wandstärke. Diese Röhren bestehen
aus gezogenem Schmiedeeisen, sind zur Hälfte mit
Wasser gefüllt und an beiden Enden fest zugeschweißt.
Sie sind vorher einer hydraulischen Probe von etwa
400 Atmosphären Druck unterworfen worden. Bei
der zum Brotbacken erforderlichen Temperatur von
200 — 220° R. erhebt sich jedoch der in den Röhren
entstehende Druck nicht über 800 — 100 Kilo für den
Quadratcentimeter. Zu dessen Beurtheilung ist eine
der Heizröhren verlängert und in Verbindung gesetzt
mit einem an der Vorderwand des Backofens befind-
lichen Manometer. Sobald dieses einen höhern Druck
anzeigt, kann durch Oeffnen der Regulatoren T′ und
Schließen der Zugthüren T die Temperatur des Back-
ofens auf die gewünschte Höhe gebracht werden. Die
letztere wird überdies noch durch ein außen sichtbares
Pyrometer angegeben, und man ist auf diese Weise
Herr der Hitze, wie dies bei keiner andern Einrichtung
möglich ist.

Das in den Heizröhren befindliche Wasser wird nicht
verzehrt, da ihm ein Ausweg nicht gestattet ist; es
kommt jedoch mitunter vor, daß in einzelnen Röhren
höchst seine Oeffnungen sich befinden, sogenannte Sand-
poren, die bei dem kalten hydraulischen Druck nicht

bemerklich werden, die jedoch bei der Aenderung, welche die Structur des Eisens in der Hitze erleidet, Wasserdampf entweichen lassen. Die Anwesenheit eines solchen fehlerhaften Rohres wird alsbald daran erkannt, daß sein dem Feuer ausgesetztes Ende glühend wird, wenn sein Wassergehalt verdunstet ist. Es genügt alsdann, dieses Rohr herauszunehmen und dasselbe durch Einschiebung eines andern zu ersetzen, zu welchem Zwecke stets einige Röhren vorräthig gehalten werden. Der Betrieb leidet durch diesen, übrigens sehr selten nöthig werdenden Wechsel nicht die mindeste Störung.

Die Heizung der Röhren geschieht mit einem äußerst geringen Aufwand von Kohle, wie aus der Abbildung ersichtlich, indem nur ein Ende derselben von etwa 40 Centimeter der Wirkung des Feuers ausgesetzt wird.

Als Sohle des Backofens dient eine Platte von Eisenblech b b, welche auf sechs kleinen Rädern ruht, die auf zwei Schienen s s laufen, die sich außerhalb in gleicher Länge fortsetzen und von Stützen St getragen werden, sodaß die Backplatte leicht herausgezogen und eingeschoben werden kann. Sobald ersteres geschehen ist, wird der in Brote geformte Teig aufgelegt und mit einem Ruck eingeschoben. Das Oeffnen und Schließen der schweren Ofenthüre, die einen dichten Verschluß gewähren muß, wird erleichtert durch ihre Verbindung mit dem über einer Rolle beweglichen Gegengewicht G. Der Backofen wird mit 120 bis 160 Broten zu 2 Kilo beschickt, deren Backen 2—3 Stunden erfordert.

Die Fabrikation des Brotes bei vereinter Anwendung der vorstehend beschriebenen Knetmaschine und Backofeneinrichtung gewährt, bei großer Reinlichkeit, den außerordentlichen Vortheil, daß zur Ausführung aller Verrichtungen gewöhnliche Arbeiter verwendbar sind unter Leitung eines tüchtigen Backmeisters. Es fällt nicht nur die Handknetarbeit hinweg, sondern auch das Einschießen der Brote, beides mühsame Verrichtungen, von welchen insbesondere die letztere eine große Uebung und Körperkraft erfordert. In der Militärbäckerei zu Mainz, wo zehn Wieghorst'sche Backöfen aufgestellt sind, hat sich dieser fabrikmäßige Betrieb in den Jahren 1870 und 1871, wo zeitweise der Brotbedarf nicht nur für die Garnison, sondern auch für 25000 Kriegsgefangene zu bestreiten war, vorzüglich bewährt.

Digitized by Google